

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HERLYGENES DE ALMEIDA PINTO

SMART ACOUSTIC PROJECTS

CURITIBA

2016

HERLYGENES DE ALMEIDA PINTO

SMART ACOUSTIC PROJECTS

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especialização em Engenharia de Software, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Razer Anthom Nizer Rojas Montanõ

CURITIBA

2016




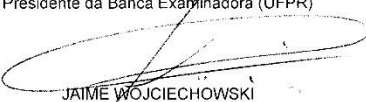
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
Curso de Pós-Graduação ENGENHARIA DE SOFTWARE

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE SOFTWARE da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Monografia de Especialização de **HERLYGENES DE ALMEIDA PINTO** intitulada: **SMART ACOUSTIC PROJECTS**, após terem inquirido a aluna e realizado e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 14 de Dezembro de 2016.


RAZER ANTHOMNIZER ROJAS MONTAÑO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


JAIME WOJCIECHOWSKI
Avaliador Externo (UFPR)

*“A humildade é a única base sólida de todas as virtudes.
Não corrigir nossas faltas é o mesmo que cometer novos erros.”*

Confúcio

RESUMO

Este trabalho de pesquisa tem por objetivo levantar as principais funcionalidades desempenhadas por um grupo de planilhas, que fazem parte do portfólio de ferramentas que uma empresa de consultoria acústica, e implementá-las em uma aplicação web, na expectativa de produzir como benefícios a centralização dessas informações, a associação dessas informações com os dados do cliente e do engenheiro responsável pelo projeto, a estruturação de todas essas informações em forma de um projeto e a disponibilização desses projeto em ambiente web.

Palavras-chave: Acústica de ambientes. Isolamento acústico. Projetos acústicos. Projetos eletro acústicos.

ABSTRACT

This research aims to identify the main features of a set of spreadsheets, owned by an acoustic engineering company, and develop a web application that implement these features. Is expected as benefit the centralization of the data, the association of this data with other relevant information like customer's data, engineer's data, organize all these like a project and make them available on the web.

Key-words: Environment's acoustic. Soundproofing. Acoustic projects. Electric acoustic projects.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESCALA DE PHONES.....	16
FIGURA 2 – CURVAS DE PONDERAÇÃO.....	17
FIGURA 3 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	21
FIGURA 4 – PLANILHA: ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	23
FIGURA 5 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	24
FIGURA 6 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	25
FIGURA 7 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	26
FIGURA 8 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX.....	26
FIGURA 9 – PLANILHA DIMENSIONAMENTOAMPLIFICADORES.XLSX	27
FIGURA 10 – SMART ACOUSTI PROJECTS WBS	32
FIGURA 11 – GRÁFICO DE GANT.....	33
FIGURA 12 – CASOS DE USO NEGOCIAIS.....	36
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	37
FIGURA 14 – TABELA DENSIDADES.....	38
FIGURA 15 – TABELAS PAINEIS E SUPERFICIES	39
FIGURA 16 – TABELA ISOLAMENTOS	40
FIGURA 17 – TABELAS SALAS E AMBIENTES	41
FIGURA 18 – TABELA RT60_IDEAIS.....	41
FIGURA 19 – ASSOCIAÇÃO DE TABELAS	42
FIGURA 20 – TABELA DIMEN_AMP	43
FIGURA 21 – MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO.....	44
FIGURA 22 – SMART ACOUSTIC PROJECTS.....	45
FIGURA 23 – GOOGLE ANALYTICS	49
FIGURA 24 – ESBOÇO DE TELA.....	50
FIGURA 25 – LOGIN DE USUÁRIO	51
FIGURA 26 – TELA PRINCIPAL.....	52
FIGURA 27 – TELA ABRIR PROJETO.....	52
FIGURA 28 – DETALHES DO PROJETO.....	53
FIGURA 29 – TELA ISOLAMENTO	53
FIGURA 30 – TELA REVERBERAÇÃO	54
FIGURA 31 – TELA DIMENSIONAMENTO DE AMPLIFICADORES.....	55
FIGURA 32 – MACRO DIAGRAMA DE CASOS DE USO	62

FIGURA 33 – DATA VIEW 001	67
FIGURA 34 – DATA VIEW 002	67
FIGURA 35 – DATA VIEW 003	68
FIGURA 36 – DATA VIEW 004	68
FIGURA 37 – DATA VIEW 005	68
FIGURA 38 – DATA VIEW 006	69
FIGURA 39 – DATA VIEW 007	69
FIGURA 40 – DATA VIEW 008	70
FIGURA 41 – DATA VIEW 009	70
FIGURA 42 – DATA VIEW 010	71
FIGURA 43 – DATA VIEW 011	71
FIGURA 44 – DATA VIEW 012	72
FIGURA 45 – DATA VIEW 013	72
FIGURA 46 – MODELO DE OBJETOS NEGOCIAIS.....	73
FIGURA 47 – CASOS DE USO.....	74
FIGURA 48 – MODELO DE OBJETOS.....	87
FIGURA 49 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC01.....	88
FIGURA 50 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC02.....	88
FIGURA 51 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC03.....	89
FIGURA 52 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC04.....	89
FIGURA 53 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC05.....	90
FIGURA 54 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC06.....	90
FIGURA 55 - MODELO DE OBJETOS	91
FIGURA 56 – MODELO FÍSICO DE DADOS.....	92

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	TEMA.....	11
1.2.	PROBLEMA.....	11
1.3.	HIPÓTESIS	11
1.4.	OBJETIVOS	11
1.4.1	Objetivos Gerais	12
1.4.2	Objetivos Específicos	12
1.5.	JUSTIFICATIVA	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1.	CONCEITOS A RESPEITO DO SOM	14
2.2.	RUÍDO	15
2.3.	CURVAS DE PONDERAÇÃO	15
2.4.	RT 60.....	17
2.5.	ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	17
2.6.	PAINEL ACÚSTICO	18
2.7.	REGULAMENTAÇÃO QUANTO À EMISSÃO DE RUÍDOS.....	18
2.8.	PLANILHA: ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX	19
2.8.1	Aba Densidades	20
2.8.2	Aba Paredes.....	21
2.8.3	Aba Combinação	23
2.9.	PLANILHA: REVERBERACAO.XLSX	23
2.9.1	Áreas e volumes.....	24
2.9.2	RT60 Ideal.....	24
2.9.3	RT60 Calc.....	25
2.9.4	Materiais	26
2.10.	PLANILHA: DIMENSIONAMENTOAMPLIFICADORES.xlsx	27
3.	METODOLOGIA	29
3.1.	MODELO DE PROCESSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE	31
3.2.	PLANO DE ATIVIDADE.....	32
3.3.	RECURSOS	34
3.3.1	Recursos Humanos	34
3.3.2	Cliente	34

3.3.3	Recursos Materiais.....	34
3.3.4	Recursos Financeiros.....	34
3.3.5	Outros Recursos.....	35
3.1.	CASOS DE USO	36
3.2.	MODELAGEM DO BANCO DE DADOS.....	38
3.3.	CODIFICAÇÃO.....	45
3.3.1	Smart Acoutic Projects	45
3.3.2	Smart Acoutic Projects - Persistence	46
3.3.3	Smart Acoutic Projects - Business.....	46
3.3.4	Smart Acoutic Projects – Web	47
4.	APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE.....	48
4.4.	INTERFACE DO USUÁRIO.....	48
4.5.	EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	51
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5.6.	TRABALHOS FUTUROS.....	56
6.	REFERÊNCIAS	58
	APENDICES	60
	FASE DE INICIAÇÃO – WORKFLOW MODELO DE NEGÓCIO	60
	VISÃO	60
	CASOS DE USO NEGOCIAIS	62
	DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES.....	63
	GLOSSÁRIO	64
	REGRAS DE NEGÓCIO	65
	FASE DE ELAB. - ITERAÇÃO I – WORKFLOW DE REQUISITOS	67
	PROTÓTIPO DE INTERFACES.....	67
	MODELO DE OBJETOS NEGOCIAIS	73
	FASE DE ELAB. - ITERAÇÃO I WORKFLOW DE ANÁLISE E DESIGN	74
	CASOS DE USO	74
	ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO	75
	MODELO DE OBJETOS	87
	FASE DE ELAB. - ITERAÇÃO II WORKFLOW DE ANÁLISE E DESIGN	88
	DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA.....	88
	MODELO DE OBJETOS	91
	MODELO FÍSICO DE DADOS	92

FASE DE ELAB. - ITERAÇÃO II WORKFLOW DE TESTES 93

TESTES 93

1. INTRODUÇÃO

A empresa de consultoria MG Áudio, localizada em Curitiba – PR presta a seus clientes vários serviços relacionados à acústica de ambientes e áudio em geral. Dentre suas muitas atividades, uma delas é a consultoria no tratamento e isolamento acústico de igrejas, estúdios, bares e restaurantes, para que os mesmos possam se enquadrar nos limites de emissão de ruído impostos pela legislação.

Projetos dessa natureza são desenvolvidos com o apoio de três planilhas do Excel, as quais serão brevemente descritas a seguir.

A planilha de nome “IsolamentoAcustico.xlsx” calcula o nível de isolamento acústico produzido por uma ou mais barreiras. Ela é composta por pelo menos três abas das quais a primeira é chamada de “densidades” e contém uma tabela que relaciona uma série de materiais e suas características físicas mais relevantes ao cálculo do índice de absorção acústica. A segunda planilha contém os dados do painel acústico o qual se deseja medir. São dados da área de superfície e os materiais de que são feitas. Como se pode presumir, cada painel acústico deverá possuir uma aba que o modele e uma vez que todas os painéis acústicos foram modelados, uma última aba chamada “combinação” apresenta o resultado final, que é o montante de isolamento acústico calculado a partir dos dados colhidos de cada painel acústico modelado.

A planilha de nome “Reverberação.xlsx” calcula o RT60 de ambientes a partir de dados como área, volume e materiais aplicados nas superfícies do ambiente modelado e é formada por quatro abas. A primeira, chamada “áreas e volumes” recebe as dimensões do ambiente. Ambientes irregulares, que não são quadrados ou retangulares, são decompostos em formas mais simples, sendo assim, uma única sala pode ser representada na forma de um cubo somado a dois triângulos. A segunda aba chama-se “RT60 ideal” e exibe um gráfico com os valores de RT60 considerados ideais para cada tipo de aplicação, dado o volume calculado da sala. A terceira aba, chamada “RT60 Calc” exibe um gráfico com o RT60 calculado para o ambiente modelado em comparação com o RT60 dito ideal para a aplicação desejada. Assim, o engenheiro tem uma visão clara do estado atual da sala comparado com o que ela deveria ser e como ela ficaria, caso fosse aplicado determinado material em uma superfície. Há ainda uma última aba que detém os coeficientes de absorção acústica de vários materiais e chama-se “Materiais”. Estes dados são utilizados na planilha “RT60 Calc”.

A terceira e última planilha chama-se “DimensionamentoAmplificadores.xlsx” e é composta por uma única aba responsável por calcular a potência ideal de um amplificador, dados a quantidade e características dos alto falantes utilizados.

As funcionalidades de cada uma das planilhas serão explanadas com maior profundidade em tópico a parte na sessão de fundamentação teórica.

A proposta consiste em desenvolver uma aplicação web que incorpore o conjunto de regras negociais, os dados colhidos nas medições realizadas pelos engenheiros e a realização dos cálculos em si, agregando em uma única ferramenta todo o trabalho realizado pelas planilhas, transformando-se em uma plataforma expansível para geração de informações úteis aos projetos acústicos da empresa MG Áudio.

Estarão fora do escopo quaisquer funcionalidades de ordem administrativa como controle de fluxo de caixa, recursos humanos e outras.

1.1. TEMA

Aplicação web para realização de cálculos de isolamento e tratamento acústico de ambientes.

1.2. PROBLEMA

É possível agregar em uma única ferramenta o trabalho realizado pelas planilhas *excel* utilizadas pela empresa MG Áudio no exercício de suas atividades?

1.3. HIPÓTESIS

As atividades de projetos acústicos da empresa MG Áudio, que hoje utilizam planilhas eletrônicas, poderiam contar com o apoio de uma aplicação web que reunisse em um só lugar todas as funcionalidades exercidas pelo *excel*.

1.4. OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é levantar os requisitos negociais de uma atividade que hoje é desenvolvida com o auxílio de planilhas do *excel* e implementar uma aplicação que atenda a esses requisitos.

1.4.1 Objetivos Gerais

Desenvolver uma aplicação web que agregue as tarefas realizadas pelas planilhas *excel* bem como os dados relevantes à execução de um projeto de consultoria acústica, de modo que na forma como estarão estruturados, sirvam de ferramenta de apoio na execução desse projeto, automatizando os cálculos e gerando informações úteis para análise dos engenheiros.

1.4.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, podemos apontar os seguintes itens:

- Cálculo do RT60 de recintos;
- Cálculo do índice de absorção acústica de painéis acústicos;
- Cálculo da configuração ideal de potência dados um conjunto específico de caixas acústicas e amplificadores;

1.5. JUSTIFICATIVA

Atualmente quando a empresa MG Áudio é contratada para prestar serviços de consultoria em projetos que envolvem a acústica de ambientes.

Normalmente o engenheiro se dirige até o local do projeto e colhe uma série de dados como, as dimensões das paredes, os materiais empregados na construção e revestimento de paredes, tetos e pisos, medições de níveis de ruído internos e externos ao ambiente tratado, modelos e características dos equipamentos de sonorização disponíveis no recinto.

Com base nos dados colhidos, o engenheiro pode então construir previsões sobre o comportamento acústico dos ambientes mediante a mudança de determinadas características como por exemplo, a mudança de um piso de madeira para um piso coberto por carpete.

Há um portfólio relativamente variado de ferramentas utilizadas na geração e análise desses dados e dentre essas ferramentas destacam-se três planilhas do *excel* que automatizam a geração de algumas informações.

Propõe-se desenvolver uma aplicação web que reúna as funcionalidades prestadas pelas planilhas, promovendo assim a centralização dos cálculos em uma única plataforma, facilitando o acesso às informações, e estruturando as mesmas na forma de projetos, que estarão disponíveis para consulta e edição online.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção objetiva introduzir ao leitor alguns conceitos negociais essenciais à plena compreensão desta monografia.

2.1. CONCEITOS A RESPEITO DO SOM

Som é toda a variação de pressão ocorrida em um meio físico que seja capaz de impressionar o órgão auditivo. Tais variações tem como ponto de origem o movimento vibratório de um corpo qualquer. (RATTON, 2009).

Segundo Cisne (2006), por ser uma onda, só é possível que o som se propague através de um meio físico, como o ar, a água, um bloco de madeira etc. A velocidade de propagação do som irá depender primariamente da densidade do meio, mas outros fatores como a temperatura também podem influenciar.

A incidência de uma vibração sonora sobre uma superfície, resulta em três fenômenos físicos distintos. São eles a reflexão, a absorção e a refração. (Cisne, 2006).

Reflexão é a parcela da onda incidente que mantêm-se no meio de origem, apenas mudando a sua direção. A lei clássica da reflexão acústica estabelece que o ângulo de reflexão é exatamente igual ao ângulo de incidência. (Cisne, 2006).

Denomina-se absorção à parcela da onda incidente que é absorvida e transformada em calor por um meio diferente do meio de origem.

Cisne (2006) postula que refração é o fenômeno caracterizado pela mudança de direção na propagação dos sons, provocada pela diferença das naturezas dos meios de transmissão.

O coeficiente de absorção acústica é a relação entre a parcela de som que é absorvida e o som incidente. Este coeficiente varia em função da frequência e é apresentado em decibéis. (Cisne, 2006).

Decibell por sua vez é a escala de medida utilizada na avaliação de níveis de amplitude em um sinal qualquer. Em se tratado de som, é o volume com que o mesmo é percebido. Por se tratar de um fenômeno acústico, pode ser avaliado pela quantidade de deslocamento de ar que é produzido por uma onda sonora. (RATTON, 2009).

2.2. RUÍDO

Para esta pesquisa, o termo ruído será utilizado para definir duas coisas distintas, cujas definições serão apresentadas a seguir.

Ruído é o som ou o conjunto de sons capazes de induzir ao ouvinte sensação de desconforto ou desagrado. Este conceito é subjetivo pois varia de acordo com os critérios de cada indivíduo para distinguir o que é ou não agradável. (MACHADO, 2004).

A palavra ruído também pode ser utilizada para definir quaisquer sinais que tem a capacidade de reduzir a inteligibilidade de uma informação, seja ela sonora, de imagem ou de dados. (FILHO, 2002)

Ainda para Filho (2002), devido à sua riqueza espectral, alguns ruídos são muito úteis em tarefas como calibração de equipamentos eletrônicos, medições de propriedades acústicas bem como propriedades de filtros eletrônicos e amplificadores. Dentre esses ruídos, podemos destacar o ruído rosa, que Filho (2002) como o ruído cuja Densidade Espectral de Potência é proporcional ao inverso da frequência, na forma $S_p(f) = \frac{N_p}{f}$. Segundo ele, dentre todos os ruídos, o ruído rosa é o que possui maior relação de proximidade com sons encontrados na natureza, como o som da chuva, o som do vento agitando folhas em uma árvore etc.

De forma coloquial, pode-se dizer que o ruído rosa é aquele que possui como característica principal a distribuição igualitária de energia por bandas de frequências¹ não lineares. (CYSNE, 2006)

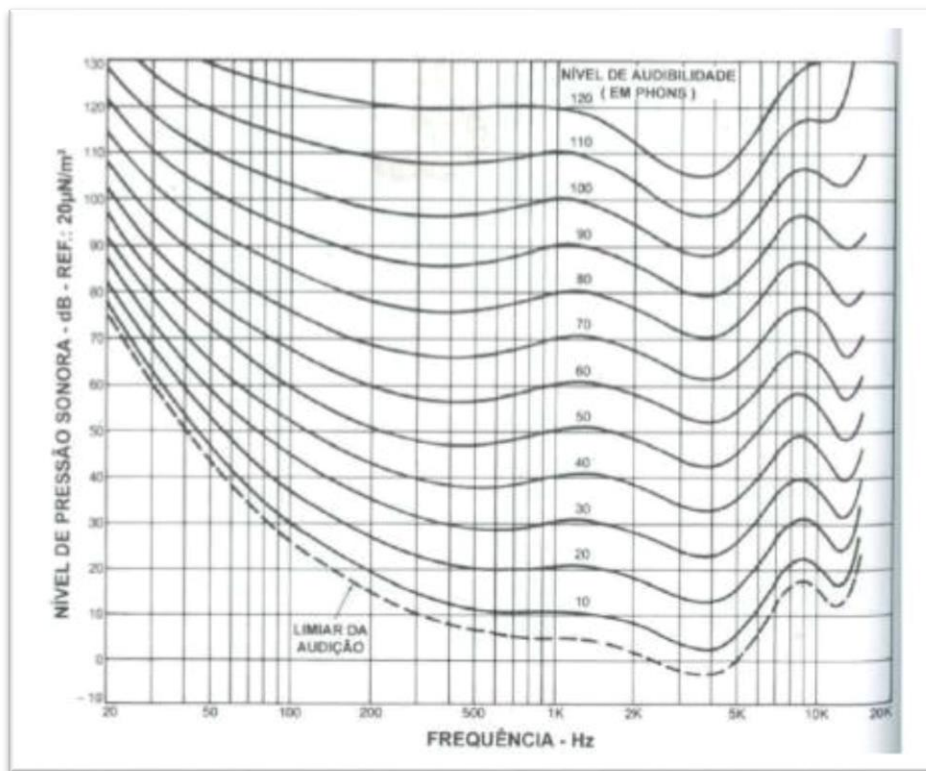
2.3. CURVAS DE PONDERAÇÃO

Curvas de ponderação, segundo Bortoni (2002), são uma representação de como o ouvido humano responde às frequências sonoras de acordo com sua intensidade. Essa resposta não é linear nem no domínio das frequências, nem no domínio da amplitude.

¹ Banda de frequências é um intervalo compreendido entre uma frequência inferior (f_i) e uma frequência superior (f_s). (CYSNE, 2006)

Henrique (2002) cita o trabalho de dois pesquisadores chamados Fletcher e Munson, que na década de 1930 tentaram quantificar a sensação de intensidade percebida pelo ouvido humano. O resultado foi a obtenção do que eles chamaram de escala de *phones*, que é uma representação gráfica nos domínios da frequência (Hz) e da amplitude (dB) das qualidades auditivas do ouvido humano quanto à percepção de diferentes níveis de intensidade sonora.

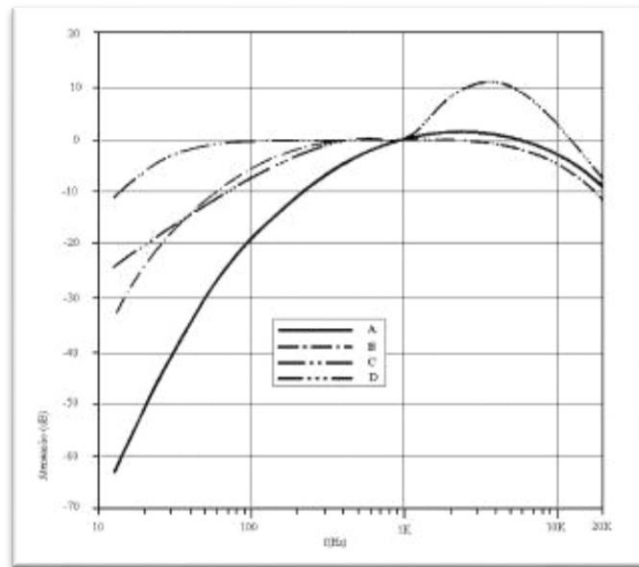
FIGURA 1 – ESCALA DE PHONES



FONTE: HENRIQUE (2002)

Com base na escala de *phones* foram criadas as curvas de ponderação, que buscam obter uma resposta plana do ouvido humano, compensando para mais ou para menos as frequências percebidas com menos ou mais facilidade respectivamente. Para efeito desta pesquisa a curva de ponderação mais relevante é a curva de ponderação A, que é a mais utilizada em medições e recomendada pela ABNT.

FIGURA 2 – CURVAS DE PONDERAÇÃO



FONTE: CALIXTO (2016)

2.4. RT 60

Para se compreender o conceito do RT 60, primeiramente é necessário a compreensão do conceito de reverberação.

Segundo Ratton (2002), reverberação é o conjunto de reflexões do som nas várias superfícies de um recinto que chegam ao ouvinte na forma de repetições de tempos aleatórios e tão curtos que não são percebidas como ecos.

Dependendo dos materiais empregados nas superfícies do recinto, a reverberação pode persistir por mais ou menos tempo.

RT 60 é o tempo que um som leva para diminuir em 60 decibéis a sua intensidade original. Quanto maior for o RT 60 medido, maior será a reverberação do recinto. (RATTON, 2009).

2.5. ISOLAMENTO ACÚSTICO

Miguel Ratton (2002) define isolamento acústico como o processo pelo qual se procura evitar a entrada ou saída de sons em um determinado recinto. O conceito de isolamento acústico abrange não somente a proteção contra o vazamento de sons propagados pelo ar, mas também a proteção contra sons e ruídos propagados por meios sólidos como paredes ou o próprio solo.

Existem várias técnicas de construção e diferentes materiais que podem ser empregados objetivando o isolamento acústico de um ambiente.

2.6. PAINEL ACÚSTICO

Santos (2012) define painel acústico como uma estrutura física que separa dois ambientes e dificulta a transmissão do som entre eles. Ele classifica os painéis acústicos como simples, compostos ou múltiplos. Painéis múltiplos não serão abordados nesta pesquisa.

Entende-se por painel simples não somente um painel homogêneo (muro ou laje em concreto, parede de tijolo maciço etc.), mas também certos painéis heterogêneos, desde que estas heterogeneidades tenham dimensões pequenas em relação ao comprimento das ondas vibratórias em evidência. (SANTOS, 2012). A exemplo de um painel simples heterogêneo pode-se citar uma parede de tijolos, composta por tijolos vasados, argamassa e reboco. Um painel simples homogêneo poderia ser uma laje de concreto.

Painéis compostos são aqueles em que sua área total está distribuída entre dois ou mais materiais que possuem comportamentos acústicos distintos. A exemplo de painel acústico composto podemos citar uma parede de tijolos com uma porta e uma janela e suas frestas.

2.7. REGULAMENTAÇÃO QUANTO À EMISSÃO DE RUÍDOS

Os níveis excessivos de ruídos são interpretados como um problema de ordem ambiental, ficando a cargo do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a responsabilidade por normatizar a emissão desses ruídos em ambientes públicos, responsabilidade esta que foi outorgada pelo Governo Federal através da Lei 6.938/81, artigo 6º e inciso II que diz:

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida; (BRASIL, Lei 6938)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente por sua vez dá aos municípios a autonomia de legislar e fiscalizar segundo seus próprios critérios. O CONAMA recomenda a adoção de duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para referência e auxílio na formulação das leis municipais que tratam desse tema. (MACHADO 2014).

A NBR 10151 se encarrega de definir os critérios para avaliação de ruídos em áreas habitadas. Para isso ela oferece uma classificação dos tipos de ruídos, lista que tipos de equipamentos devem ser utilizados na medição e quais procedimentos devem ser adotados na medição propriamente dita.

A norma ainda define quais critérios para avaliação dos resultados e elaboração do laudo pericial.

Já a NBR 10152 estabelece os limites máximos em decibéis a serem adotados em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Esses limites variam em função do ambiente medido. Sendo assim, há uma diferença entre os níveis de pressão sonora considerados ideais para um hospital e para um escritório.

2.8. PLANILHA: ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX

Tem por objetivo calcular o nível sonoro que será percebido por um ouvinte a uma determinada distância do recinto. Para isso, a planilha calcula a perda de transmissão sonora imposta pelos painéis acústicos mais relevantes para o ouvinte.

A planilha utiliza como variáveis de entrada a seguintes informações:

- Um valor de referência obtido através de uma medição interna do som normalmente produzido, coletada a partir da captação por um microfone de medição². Pode-se ainda, para os casos onde o ambiente ainda não foi construído, utilizar-se como referência um ruído rosa;
- As características dos painéis acústicos mais relevantes do ponto de vista do ouvinte;
- A distância em metros do ouvinte em relação ao recinto;

² Microfones de medição são microfones cujo gráfico de resposta de frequências assemelha-se a uma reta, ou seja, o sinal elétrico produzido pelo microfone é análogo ao sinal acústico captado.

Elucidando, pode-se imaginar o caso de uma casa noturna que precisa operar em uma localidade com residências próximas. Tomando como base a pessoa que mora em frente ao bar, define-se esta pessoa como ouvinte. Os painéis acústicos mais relevantes neste caso, tomando-se como referência a localização do ouvinte, serão a fachada e a cobertura do bar, responsáveis por projetar a maior parte do ruído que chega ao ouvinte.

Como saída a planilha calcula os seguintes atributos:

- O valor em dBA^3 do nível de pressão sonora a uma dada distância do recinto modelado;

A seguir uma descrição mais detalhada de cada uma das abas;

2.8.1 Aba Densidades

A planilha “densidades” é utilizada apenas para guardar valores de referência. Contém uma lista de materiais empregados na construção de painéis acústicos, cada um com sua respectiva densidade superficial, o qual a unidade é dada em quilogramas por metro quadrado e a densidade volumétrica cuja a unidade é dada em quilogramas por metro cúbico.

Na Tabela 1 segue uma amostra dos dados encontrados nesta aba.

TABELA 1 - MATERIAIS

Material	Kg/m^2	Kg/m^3	100Hz aten (dB)	Referência
MDF (esp: 15mm)	11,10	740	13,9064	Masisa
Parede de tijolos	240	2400	40,6042	Solon do Valle
Placa de gesso	8	640	11,0617	Knauf

FONTE: PLANILHA: ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX

A quarta coluna traz a atenuação obtida em decibéis para a frequência de 100Hz. Este valor é obtido dinamicamente através da fórmula matemática

³ dBA é a escala decibel ponderada pela curva de ponderação A.

Como valores de entrada esta planilha recebe os seguintes parâmetros:

- Área total da barreira, dada em m²;
- Área de possíveis aberturas como frestas e aberturas, dada em m²;
- Relação dos materiais empregados na construção da barreira. Esta seção pode receber até 10 materiais. Cada material é descrito através dos atributos: Descrição, área m², AM/AT⁴, kg/m³, espessura, kg/m²;

Como valores de saída a planilha calcula:

- A razão entre a área de abertura e a área total, denominada AA/AT;
- A atenuação calculada da barreira;
- Um gráfico nos domínios da amplitude e das frequências com o índice de atenuação acústica calculada para o painel em questão;

A atenuação calculada do painel acústico é dada em decibéis e por frequência, nas seguintes faixas: 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz. A fórmula matemática utilizada é a de perda de transmissão resultante para painéis compostos apresentada pela equação:

FÓRMULA 01 – PERDA DE TRANSMISSÃO

$$TL_R = -10 * \log \left(\frac{A_A}{A_T} + \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_T} 10^{\frac{-TL_i}{10}} \right)$$

FONTE: MICHEL GOULART, 2016.

Onde A_A é a área de abertura, A_T é a área total e TL significa *Transmission Loss*, ou em tradução livre, Perda de Transmissão.

Na planilha, a fórmula não é aplicada toda de uma vez. Ela está dividida em etapas nas seções “parcelas”, “atenuação dB” e “atenuação barreira”.

⁴ Razão da área do material pela área total.

2.8.3 Aba Combinação

A terceira planilha recebeu o nome de combinação pois ela irá calcular a atenuação resultante da soma de cada um dos painéis.

FIGURA 4 – PLANILHA: ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX

req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA	Nível em dB SPL desejado	100	63	125	250	500	1000	2000	4000
M	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	100,0	Nb	91,5490	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1
eso	0	0	0	0	0	0	0	0	Distância ouvinte recinto	30							
									Atenuação com distância	17,5012							
									Valor de M.	7							
PAINEL 01																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
M	32,5	38,5	44,5	50,5	56,5	62,5	68,5										
mostra - painel	59,0	53,1	47,1	41,0	35,0	29,0	23,0										
PAINEL 02																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
M	15,0	20,4	24,7	27,2	28,0	28,3	28,4										
mostra - painel	76,5	71,1	66,8	64,4	63,5	63,2	63,2										
PAINEL 03																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
M	4,1	5,7	6,2	6,3	6,4	6,4	6,4										
mostra - painel	87,4	85,9	85,4	85,2	85,2	85,2	85,2										
Soma Limite Campo próximo																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
oma dos painéis	87,77	86,01	85,41	85,25	85,21	85,20	85,19										
Resultado no ouvinte sem curva de ponderação																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
oma dos painéis - atenuação com distância	70,27	68,51	67,91	67,75	67,71	67,70	67,69	76,8									
Resultado no ouvinte com curva de ponderação A																	
req.	63	125	250	500	1000	2000	4000	SOMA									
ss. Sem curva ponderação - aten. Dist. + curva ponderação	44,07	52,41	59,31	64,55	67,71	68,90	68,69	74,0									

FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

Na Figura 4, a área destacada em vermelho corresponde aos dados colhidos de uma das planilhas de painéis acústicos.

2.9. PLANILHA: REVERBERACAO.XLSX

Tem por objetivo calcular o RT60 de um recinto e comparar o seu resultado com os valores RT60 considerados ideais para um dado tipo de finalidade. O RT60 é calculado em seis bandas de frequência e apresentado em um gráfico do tipo xy onde x é o domínio da frequência e y é o domínio da amplitude.

Os valores considerados ideais para um determinado tipo de aplicação, são pré-programados, resultado de uma compilação de dados com fontes variadas.

É importante ressaltar que a principal utilidade desta planilha reside na possibilidade de comparar diferentes configurações dos materiais aplicados no recinto. Isso deverá ser levado em conta no levantamento de requisitos do *software* produzido.

Um outro dado relevante sobre os valores RT60 ideais, é que eles foram coletados a partir de gráficos obtidos em normas, livros e manuais de *software* comerciais. Esses gráficos normalmente especificam o tempo de reverberação ideal para a

frequência de 500 Hz. A parametrização desses gráficos é feita através da equação matemática $t = m * \log\left(\frac{V}{V_1}\right) + t_1$ onde t é o tempo, V é o volume e m é a massa.

2.9.1 Áreas e volumes

A aba “áreas e volumes” (FIGURA 5) receberá as dimensões do recinto para cálculo do volume, multiplicando-se a área da base pela altura. A planilha também calcula a área de superfície interna total.

FIGURA 5 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX

CONDIÇÃO 1									
Ambiente 1:			Ambiente 2:			Ambiente 3:			
Ambiente principal onde fica o palco									
comprimento	18,44	m	comprimento	13,01	m	comprimento	13,01	m	
largura	18,52	m	largura	34,23	m	largura	34,23	m	
altura	7,20	m	altura	3,18	m	altura	3,15	m	
volume	2.458,86		volume	1.416,16		volume	1.402,80		
area do piso	341,51		area do piso	445,33		area do piso	445,33		
area do teto	341,51		area do forro	445,33		area do forro	445,33		
parede direita	132,77		parede direita	41,37		parede direita	40,98		
parede esquerda	132,77		parede esquerda	41,37		parede esquerda	40,98		
parede frontal	133,34		parede frontal	0,00		parede frontal	0,00		
parede posterior	133,34		parede posterior	108,85		parede posterior	107,82		
	1.215,24	m2		1.082,26	m2		1.080,45	m2	
area total	3.377,95	m2							
volume total	5.277,82	m3							

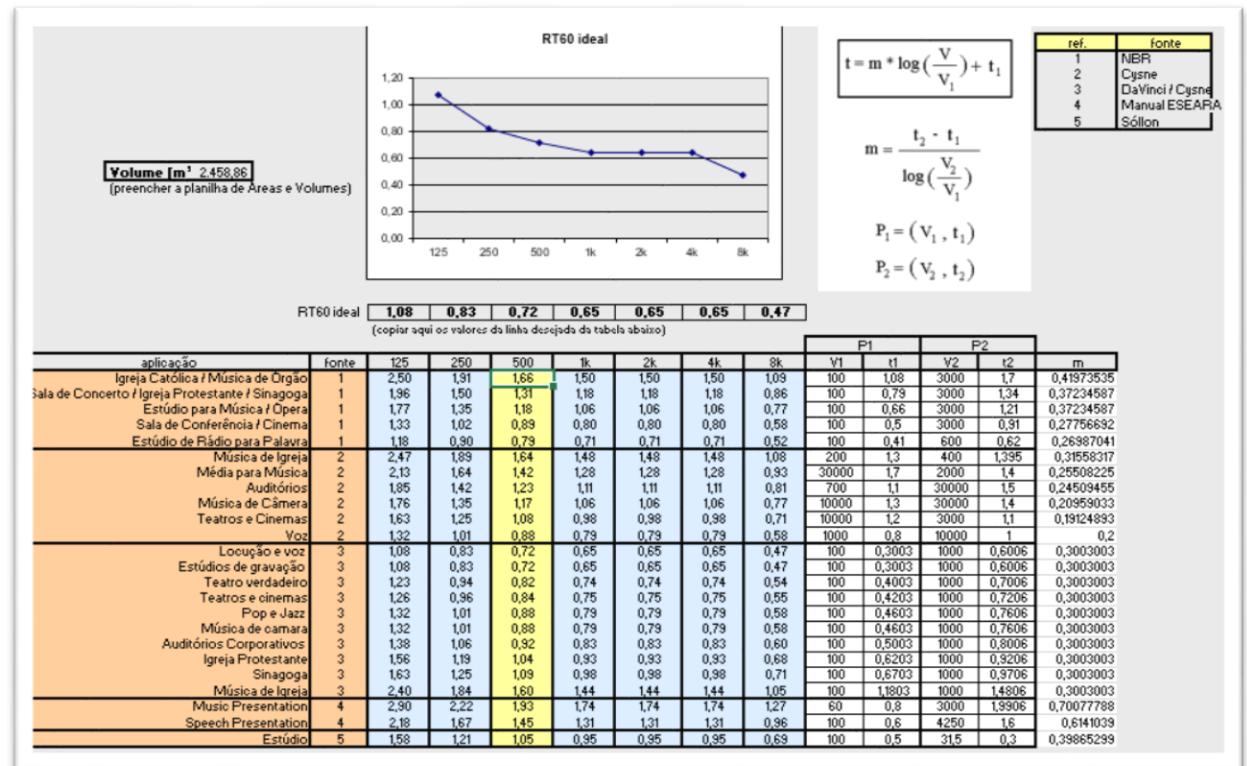
FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

Na hipótese da área da base (piso) configurar alguma forma geométrica diferente de um quadrado ou um retângulo, o ambiente pode ser decomposto em ambientes menores.

2.9.2 RT60 Ideal

A aba “RT60 Ideal” (FIGURA 6) contém uma pequena base de valores de RT60 considerados ideais para determinados tipos de aplicações.

FIGURA 6 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX



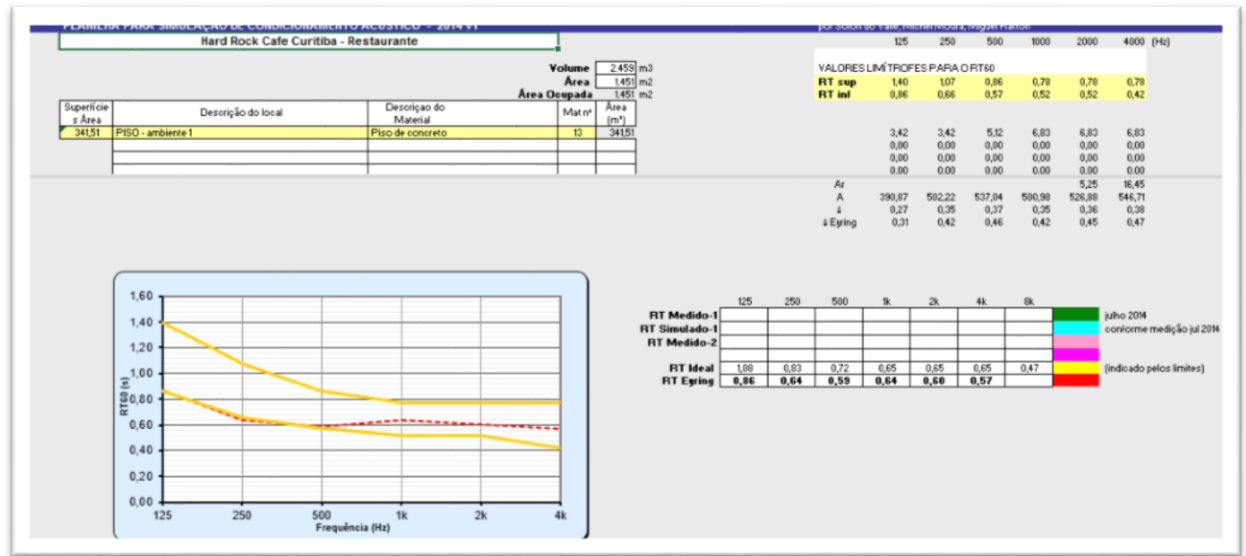
FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

A partir dos valores inseridos em V1, t1, V2, t2 e o volume informado, a planilha calcula o RT60 para a frequência de 500 Hz. Os valores das frequências adjacentes são calculados de forma ponderada como recomenda a NBR 12179.

2.9.3 RT60 Calc

Esta aba exibe o valor do RT60 calculado para o ambiente configurado. Para isto a planilha leva em consideração a área de superfície total, o volume calculado do ambiente, e os materiais empregados nos painéis acústicos.

FIGURA 7 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX



FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

Os valores de RT60 calculados para o ambiente são exibidos em um gráfico e fazendo um contraponto a eles há os valores de RT60 considerados ideais para a aplicação definida, apresentados em forma de range de tolerância, como recomenda Ahnert (2011).

2.9.4 Materiais

É uma tabela listando vários materiais e os seus respectivos coeficientes de absorção acústica para as frequências 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz. (FIGURA 8).

FIGURA 8 – PLANILHA ISOLAMENTOACUSTICO.XLSX

Nº	Materiais	125	250	500	1000	2000	4000	Referência
1	Carpete grosso sobre concreto	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65	1
2	Carpete grosso sobre feltro	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	1
3	Carpete nylon, 12mm sobre concreto	0,09	0,06	0,24	0,24	0,24	0,11	2
4	Carpete nylon, 10mm sobre concreto	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37	2
5	Carpete nylon, 8mm sobre manta de 3mm	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,25	2
6	Carpete nylon, emborrachado 8mm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10	2
7	Carpete batata, 12mm sobre concreto	0,12	0,10	0,28	0,42	0,21	0,33	2
8	Carpete, forração convencional	0,01	0,05	0,10	0,20	0,45	0,65	2
9	Carpete de espuma de borracha sobre concreto	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	2
10	Carpete, 13, 15mm, latex sobre feltro	0,08	0,27	0,39	0,34	0,48	0,63	2
11	Carpete tipo forração simples colado sobre contrapiso	0,05	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	7
12	Carpete tipo alto tráfego	0,05	0,10	0,15	0,30	0,50	0,55	7
13	Piso de concreto	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	1
14	Piso de cerâmica	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	2
15	Piso de madeira comum (tábua sobre vigas)	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	1,2,3
16	Piso de madeira, parquet sobre asfalto	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	2
17	Piso de pinho 19mm	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	2
18	Tacos de madeira colados sobre contrapiso	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	7
19	Piso de asfalto ou borracha sobre concreto	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	2
20	Piso de cortiça 19mm colada no chão	0,08	0,02	0,08	0,19	0,21	0,22	2
21								
22								
23								

FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

Vale observar que estes coeficientes são apresentados em porcentagens. Isto significa que um material que apresente valor de 0,25 para uma dada frequência, está absorvendo 0,25 % da energia recebida e refletindo os outros 0,75 %.

2.10. PLANILHA: DIMENSIONAMENTOAMPLIFICADORES.XLSX

Tem por objetivo calcular a configuração ideal de amplificadores e transdutores⁵, bem como oferecer informações úteis que auxiliarão o operador do sistema de sonorização a otimizar o mesmo para obter o melhor rendimento de potência sem correr o risco de danificar os equipamentos.

É composta por uma única planilha dividida em quatro sessões (FIGURA 9).

FIGURA 9 – PLANILHA DIMENSIONAMENTOAMPLIFICADORES.XLSX

<p>modelo do transdutor VT4886</p> <p>fabricante JBL</p> <p>potência média da caixa 900 W</p> <p>fator de correção 1</p> <p>número de transdutores em paralelo 3</p> <p>potência média suportada pelo(s) transdutor(es) 2700 W</p> <p>potência média ideal do canal de amplificador 5400 W</p> <p>potência média mínima aceitável do canal de amplificador (-1 dB) 4289 W</p> <p>potência média máxima aceitável do canal de amplificador (+1 dB) 6798 W</p>		<p>Limites do(s) transdutor(es)</p> <p>impedância nominal do transdutor 12 ohms</p> <p>impedância nominal do conjunto de transdutores 4 ohms</p> <p>potência máxima suportada pela caixa 10800 W</p> <p>tensão rms suportada pelo altofalante 103,92 V</p> <p>tensão rms suportada pelo altofalante 42,55 dBu</p> <p>tensão máxima suportada pelo altofalante 207,85 V</p> <p>tensão máxima suportada pelo altofalante 48,57 dBu</p>		<p>Limites do amplificador</p> <p>potência média do amplificador 4500 W</p> <p>impedância nominal da carga 4 ohms</p> <p>ganho de tensão do amplificador 20 x</p> <p>sensibilidade do amplificador 6,71 V</p> <p>potência máxima fornecida pelo amplificador 9000 W</p> <p>tensão rms fornecida pelo amplificador 134,16 V</p> <p>tensão rms fornecida pelo amplificador 44,77 dBu</p> <p>tensão máxima fornecida pelo amplificador 189,74 V</p> <p>tensão máxima fornecida pelo amplificador 47,78 dBu</p> <p>ganho de tensão do amplificador 20,00 x</p> <p>ganho de tensão do amplificador 26,02 dB</p> <p>máxima tensão admitida na entrada do amplificador 9,49 V</p> <p>máxima tensão admitida na entrada do amplificador 21,76 dBu</p>		<p>Ajustes do limiter</p> <p>tensão a ser ajustada no limiter 10,39 V</p> <p>tensão a ser ajustada no limiter 22,55 dBu</p> <p>tensão a ser ajustada no limiter 1,25 dBFS</p>	
--	--	--	--	---	--	---	--

FONTE: MG ÁUDIO CONSULTORIA

Na primeira seção, no campo superior esquerdo, o usuário irá informar a potência média do transdutor, um fator de correção e o número de transdutores ligados em paralelo. A planilha calcula a potência média suportada pelos transdutores, a potência nominal ideal do amplificador, e os valores mínimos e máximos de potência média aceitáveis no canal de saída do amplificador.

⁵ Transdutor é o dispositivo capaz de converter um tipo de energia em outra. (RATTON, 2009). Para esta pesquisa, o termo transdutor faz referência única exclusivamente à alto-falantes.

Na seção do canto inferior esquerdo, o usuário irá informar a impedância nominal do transdutor e conjunto com os outros dados fornecidos na sessão citada anteriormente, a planilha calcula a impedância nominal do conjunto de transdutores, a potência máxima suportada pela caixa, a tensão RMS⁶ suportada pelo alto-falante e a tensão de pico suportada pelo alto-falante.

Na sessão do canto superior direito da planilha, o usuário informará a potência média do amplificador, a impedância nominal da carga e o ganho de tensão do amplificador para obter da planilha a sensibilidade do amplificador calculada em volts⁷, a potência máxima fornecida pelo amplificador, a tensão RMS fornecida pelo amplificador, a tensão máxima fornecida pelo amplificador, o ganho de tensão do amplificador e a tensão máxima admitida na entrada do amplificador.

Na quarta e última seção, localizada no canto inferior direito da planilha, é informado os valores de tensão a serem ajustados no *limiter*⁸.

⁶ Root mean square (RMS) ou em tradução livre valor médio quadrático, é o termo usado para se referir à medida do valor eficaz do nível de sinal elétrico durante um certo período de tempo. (RATTON, 2009).

⁷ Volt: Unidade de medida de tensão elétrica. (RATTON, 2009)

⁸ Limiter é um processador de sinal cujo ganho é dependente do nível do sinal de entrada, mantendo o nível na saída constante, quando o nível de entrada ultrapassa determinado limiar de referência. (RATTON, 2009).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como foco principal a criação de uma aplicação que possa substituir o conjunto de três planilhas utilizadas pela empresa MG Áudio no exercício de algumas de suas atividades comerciais.

Em um primeiro momento essas planilhas foram analisadas e suas funcionalidades mapeadas para que se tivesse uma ideia consistente do que o *software* em questão deveria produzir de informação. Este trabalho de análise foi realizado com o auxílio do engenheiro sócio proprietário da empresa, o senhor Michel Goulart, que prestou vários esclarecimentos sobre o funcionamento das planilhas e toda a teoria que embasa as fórmulas matemáticas utilizadas.

A produção do *software* envolveu o estudo e aplicação de uma série de padrões e tecnologias que serão brevemente descritas nos parágrafos a seguir para facilitar a compreensão da apresentação do *software*.

Orientação a objetos é o paradigma de programação que implementa um conjunto de classes que abstraem os comportamentos e atributos de entidades reais. (RUMBAUGH, 1994).

Polimorfismo é o recurso da programação orientada a objetos em que o comportamento de classes concretas é determinado por classes mais abstratas. Duas classes que possuem em comum a mesma superclasse, possuem por sua vez métodos de nomes coincidentes, mas não necessariamente com a mesma implementação. (DEITEL, 2010).

Herança é o recurso da programação orientada a objetos que permite o compartilhamento de atributos e métodos entre classes, promovendo o reuso de código e facilitando a manutenção do mesmo. (DEITEL, 2010).

Java é uma linguagem de programação de uso geral, orientada a objetos e multi-plataforma que foi anunciada pela *Sun Microsystems* em uma conferência do setor de tecnologia em 1995. A *Sun* por sua vez foi adquirida pela *Oracle Corporation*. (DEITEL, 2010).

O *Java Platform Enterprise Edition*, ou Java EE, é uma plataforma de desenvolvimento de aplicações que é uma extensão do *Java Platform Standard Edition* e que fornece a especificação de uma *Application Programming Interface*⁹ (API) e todo

o aparato de *software* necessário para criação de aplicações voltadas aos negócios. (ORACLE, 2012).

O NetBeans é um *Integrated Development Environment* (IDE), ou em tradução livre, ambiente de desenvolvimento integrado, desenvolvido em *Java Swing* e de código aberto, que tem por objetivo fornecer todo o ferramental de *software* necessário ao desenvolvimento de aplicações em diversas linguagens. (DEITEL, 2010).

Glassfish é um servidor de aplicação de código aberto, de livre utilização e distribuído pela *Oracle Corporation*. É utilizado pela *Oracle* como prova de conceito para de suas tecnologias e recebe a contribuição de toda a comunidade de desenvolvedores através do *GlassFish Project*. (ORACLE, 2013).

Apache 2011 define formalmente sua ferramenta *MAVEN* como uma ferramenta de gestão de projetos de *software* que oferece dentre outras funcionalidades um sistema de gestão de dependências, um sistema de controle do ciclo de vida do projeto de desenvolvimento, um sistema de montagem entre outras.

O JSF 2.2 é um *framework*¹⁰ com componentes de interface de usuário para aplicações baseadas em Java Web. O JSF 2.2 foi produzido a partir da *Java Specification Request*¹¹ (JSR) 344.

A *Unified Modeling Language* (UML) ou Linguagem de modelagem unificada, em tradução livre, é um esquema de representação gráfica utilizado para modelar sistemas orientados a objetos que começou a ser desenvolvido em 1996 como uma iniciativa para unificar os diversos sistemas de notação utilizados na modelagem de sistemas da época. (DEITEL, 2010).

O *MySQL* é um sistema de banco de dados relacional de código aberto e multi-plataforma. Atualmente o *MySQL* é administrado pela *Oracle Corporation* e distribuído em duas versões, a *MySQL Community Server*, que é gratuita, e a versão proprietária *Enterprise Server*. Esta pesquisa faz uso da *MySQL Community Server*. (DEITEL, 2010).

⁹ Interface de programação de aplicação em livre tradução. É um conjunto de bibliotecas e padrões de programação disponibilizados por empresas desenvolvedoras de tecnologia. (DEITEL, 2010)

¹⁰ Framework ou camada de trabalho em livre tradução, é um conjunto de ferramentas de software utilizadas no desenvolvimento de outros softwares.

¹¹ As tecnologias desenvolvidas pela Oracle têm normalmente como ponto de partida uma Requisição de Especificação, que após passar por um trâmite de análise pela própria Oracle e pela comunidade de desenvolvedores é então transformada em uma JSR, que por sua vez produz uma especificação que pode ser então implementada pela comunidade de desenvolvedores.

Hibernate é um *framework* que se relaciona com o banco de dados, relacionamento este, conhecido como mapeamento objeto/relacional para Java. Seu propósito é deixar o desenvolvedor livre para se concentrar em problemas da lógica do negócio. (GONÇALVES, 2008).

3.1. MODELO DE PROCESSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

A execução deste projeto de pesquisa segue de maneira informal o modelo sugerido pelo *framework Rational Unified Process* (RUP), onde o processo de desenvolvimento é estruturado em ciclos e, cada ciclo evolui gradativamente em complexidade.

Na fase da iniciação, são levantados quais seriam os casos de uso centrais da aplicação e quais seriam as principais regras de negócio.

Na fase de elaboração, são prototipadas as telas, levantados novos casos de uso e produzidos os diagramas de classe que descrevem as principais classes da aplicação.

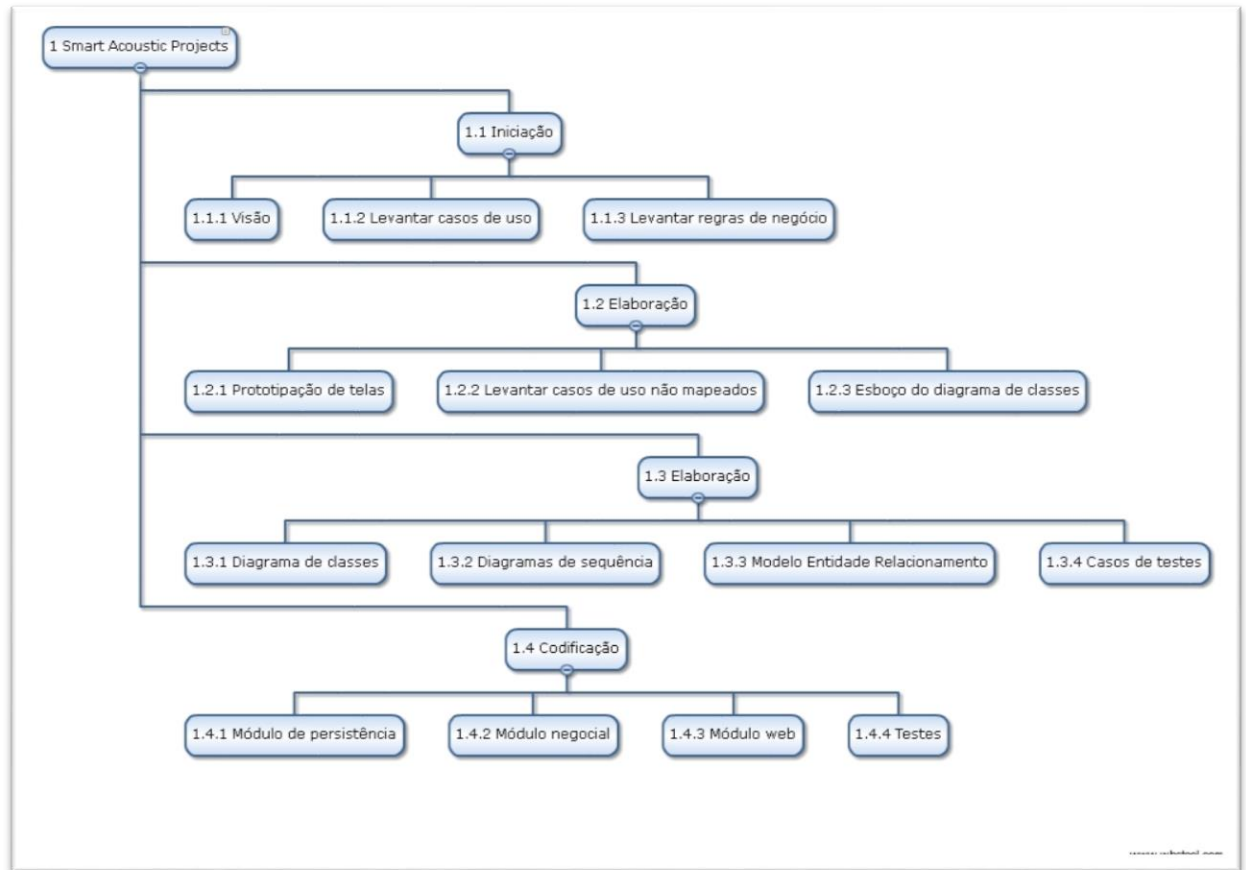
A fase de elaboração ainda passa por uma segunda iteração onde os diagramas de classes são aprimorados e são elaborados os diagramas de sequência e o modelo físico de dados. Nesta etapa também são elaborados os planos de testes.

Uma vez que toda a documentação foi produzida, passa-se à fase de produção do *software*.

A última fase é a da implantação, quando a peça de *software* produzida é disponibilizada para utilização do usuário final. Esta última fase foi suprimida deste trabalho de pesquisa.

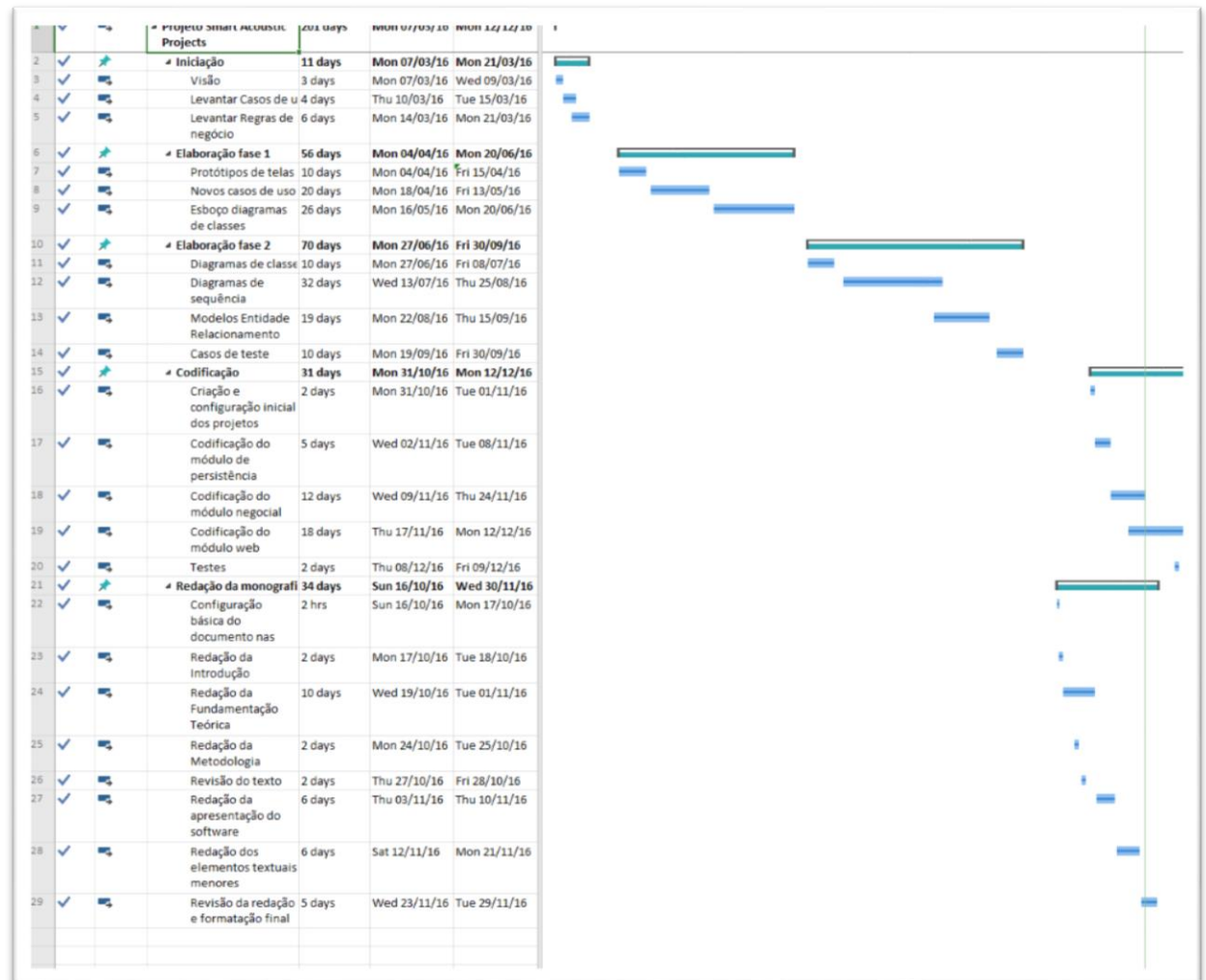
3.2. PLANO DE ATIVIDADE

FIGURA 10 – SMART ACOUSTI PROJECTS WBS



FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 11 – GRÁFICO DE GANT



FONTE: AUTOR, 2016.

3.3. RECURSOS

3.3.1 Recursos Humanos

Um analista desenvolvedor júnior para desenvolvimento do *software*.

3.3.2 Cliente

Michel Goulart de Moura é consultor, tem 36 anos e é sócio proprietário da empresa de consultoria MG Áudio. Foi o criador das planilhas as quais essa pesquisa se baseia. Oferecerá suporte na compreensão do funcionamento das planilhas bem como na revisão dos testes produzidos na monografia.

3.3.3 Recursos Materiais

Um computador pessoal com as seguintes aplicações instaladas:

- Microsoft Office
- NetBeans
- MySQL
- MySQL Workbench
- Browser Mozilla Firefox
- Astah
- Microsoft Project
- Java JDK 1.7
- Maven
- Servidor de aplicação Glassfish.

3.3.4 Recursos Financeiros

A importância de R\$ 4.560,00 divididos em 12 parcelas de R\$ 380,00 pagos à Universidade Federal do Paraná.

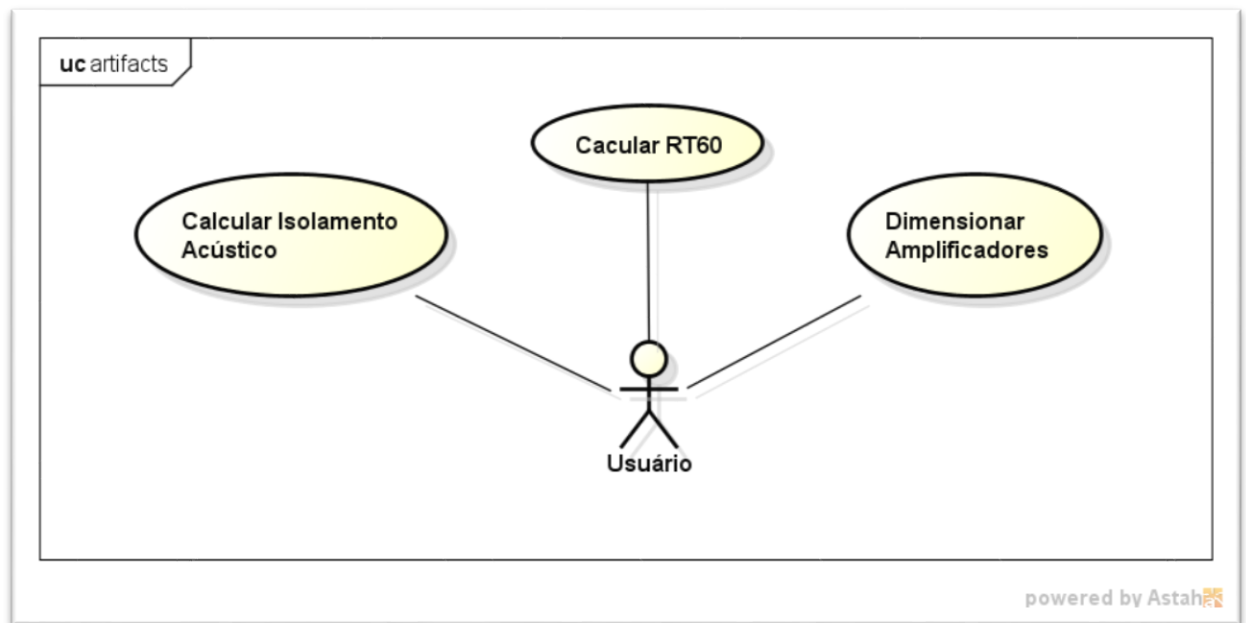
3.3.5 Outros Recursos

A empresa MG Áudio presta serviços de consultoria em projetos eletroacústicos para bares, estúdios de gravação, igrejas e afins. Em seu portfólio de ferramentas foram cedidas três planilhas *excel* que servirão como base para este trabalho de pesquisa.

3.1. CASOS DE USO

Em primeira análise das planilhas, é possível identificar três casos de uso negociais (FIGURA 12).

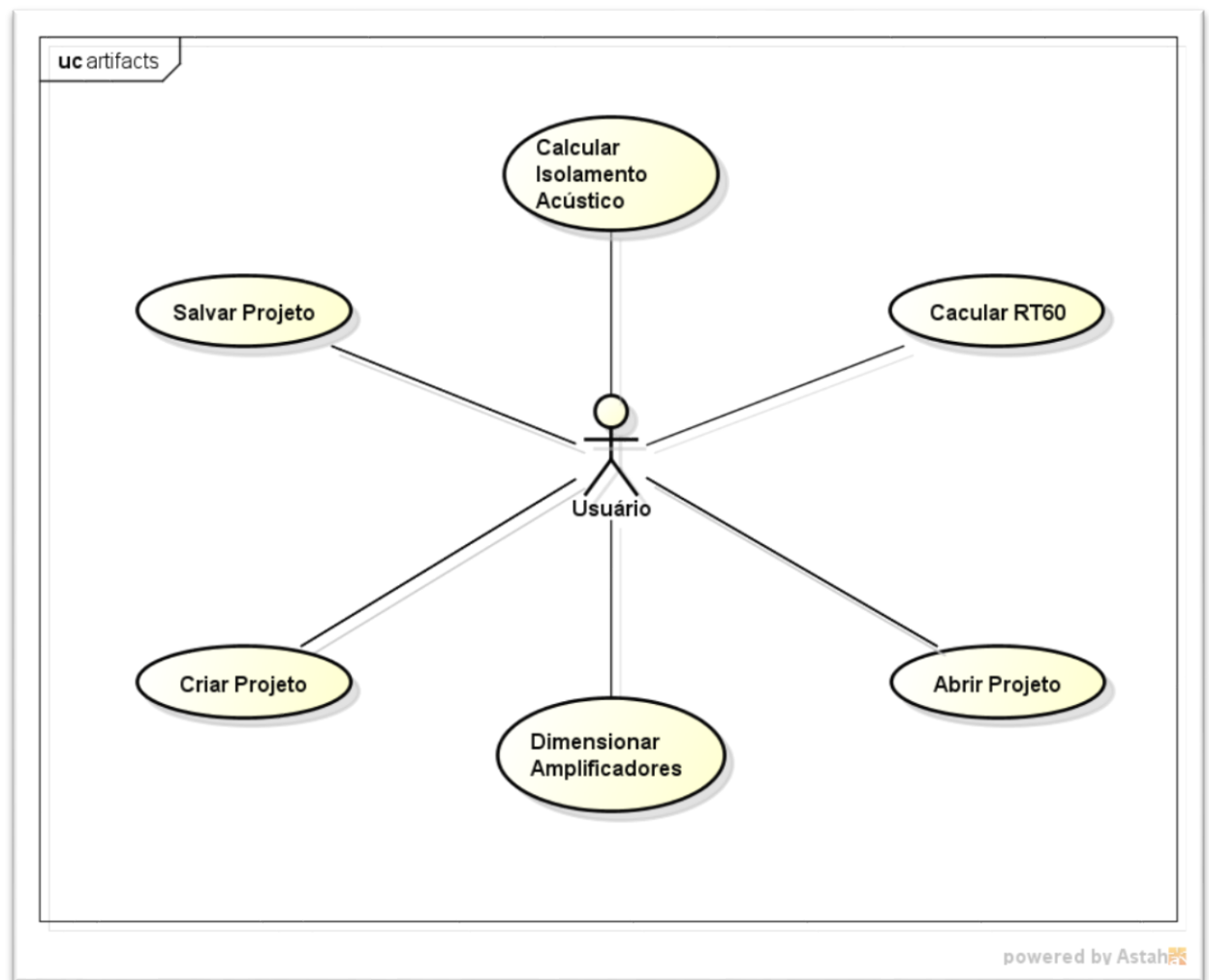
FIGURA 12 – CASOS DE USO NEGOCIAIS



FONTE: AUTOR, 2016.

O objetivo da aplicação é reunir as funcionalidades das planilhas com outras informações relevantes e estrutura-las em forma de um projeto que possa ser resgatado quando se desejar. Levando em conta estes novos requisitos, a configuração do digrama de casos de uso ficará como exibido na Figura 13.

FIGURA 13 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO



FONTE: AUTOR, 2016.

É importante destacar que embora não esteja listado dentre os casos de uso mapeados, é recomendado que seja implementado um sistema de autenticação de usuário, limitando o acesso à aplicação a apenas usuários devidamente autenticados.

Na forma como foi concebida, a interação do usuário com o *software* será dirigida de modo que o mesmo modele um ambiente a partir de suas entidades menores, tomando como ponto de partida o componente mais básico que são as superfícies compostas de apenas um material. Superfícies serão entidades que servirão de base de construção para duas outras entidades distintas que são os planos e os ambientes.

A composição de várias superfícies forma um painel acústico. A exemplo de um painel acústico pode-se citar uma parede com uma porta e uma janela. Uma vez

que o usuário já tenha montado vários painéis acústicos, ele será capaz de realizar as simulações previstas pelo *software*.

A composição de várias superfícies também poderá formar um ambiente, caso a intenção seja a de se calcular a reverberação de um ambiente.

Vale destacar que destes fatos emerge a regra de que a soma das áreas das superfícies que compõem um plano ou ambiente, não podem superar a área total destas entidades superiores.

3.2. MODELAGEM DO BANCO DE DADOS

Analisando as planilhas, pôde-se observar quais entidades de bancos de dados serão necessárias para a composição da camada de persistência da aplicação.

Na planilha “IsolamentoAcustico.xlsx”, a aba “densidades” produziu a tabela “densidades” que contém apenas os campos que não serão calculados em tempo de execução.

FIGURA 14 – TABELA DENSIDADES



O diagrama mostra uma tabela com o nome 'densidades' em um cabeçalho azul. Abaixo do cabeçalho, há uma lista de campos: 'id INT' (com um ícone de chave amarela), 'desc VARCHAR(128)', 'kgm3 DOUBLE' e 'ref VARCHAR(128)' (cada um com um ícone de chave azul). Na base da tabela, há uma aba cinza rotulada 'Indexes' com uma seta para a direita.

densidades	
id	INT
desc	VARCHAR(128)
kgm3	DOUBLE
ref	VARCHAR(128)

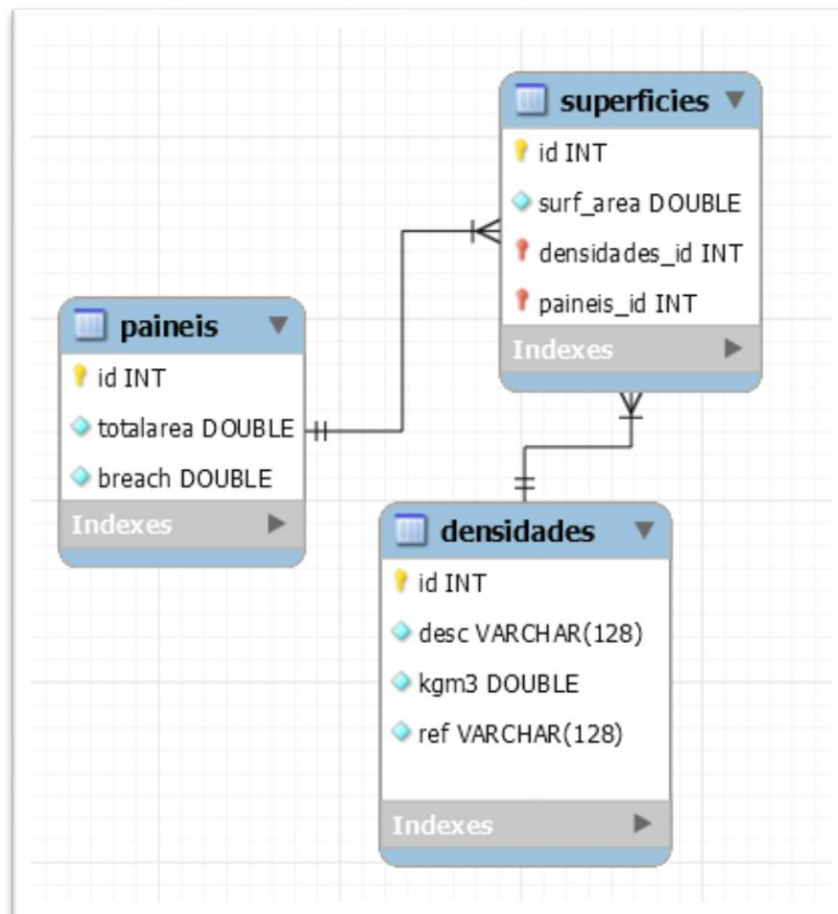
Indexes

FONTE: AUTOR, 2016.

A planilha “paredes”, produziu duas tabelas. A tabela “superfícies” representa uma superfície de densidade única em um painel acústico. Em razão disso, esta tabela possui um relacionamento do tipo n..1 com a tabela densidades.

A segunda tabela produzida pela planilha “paredes” é a tabela “paineis” que é a representação completa de um painel acústico, com a sua área total, a área de abertura de possíveis brechas e a relação de superfícies.

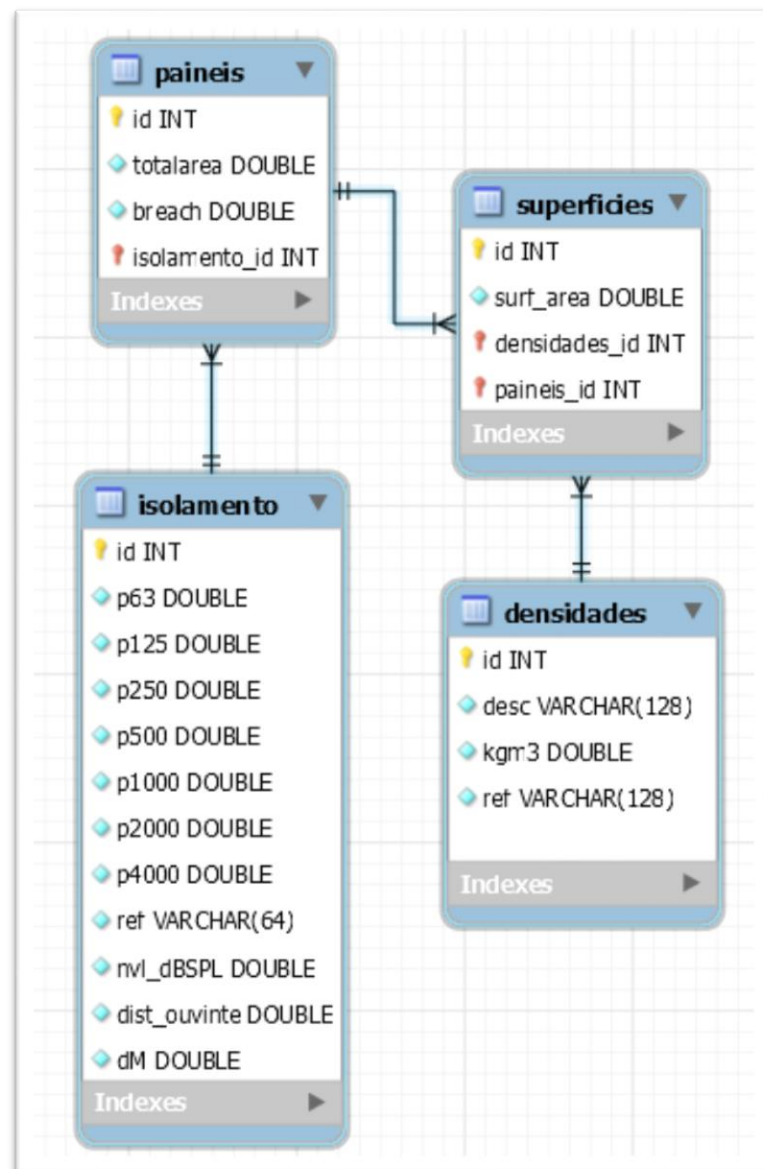
FIGURA 15 – TABELAS PAINEIS E SUPERFICIES



FONTE: AUTOR, 2016.

Por fim, a aba “combinação” produz a tabela “isolamento” que retém o restante dos dados necessários para o cálculo do isolamento acústico.

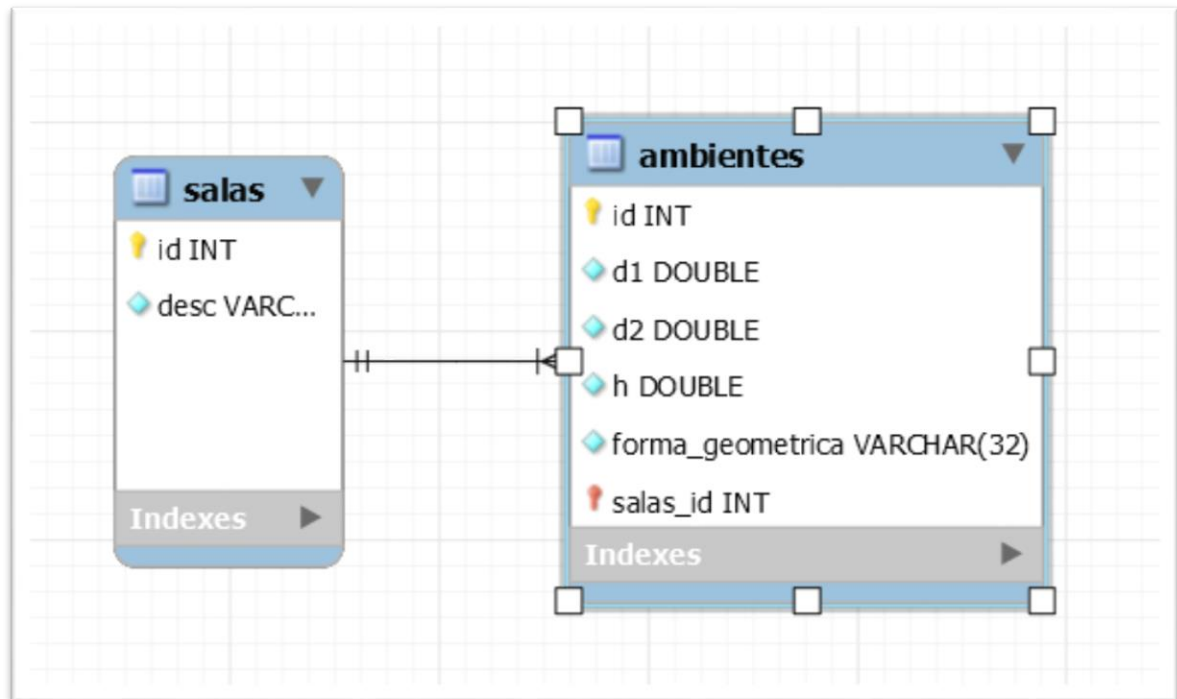
FIGURA 16 – TABELA ISOLAMENTOS



FONTE: AUTOR, 2016.

A aba “áreas e volumes” da planilha “Reverberação.xlsx”, dá origem às tabelas “ambientes” e “salas”. Da forma como foi concebida, uma sala pode ser composta por vários ambientes. Esta é a mesma solução adotada nas planilhas para se descrever ambientes de formas geométricas mais complexas e quadrados e triângulos.

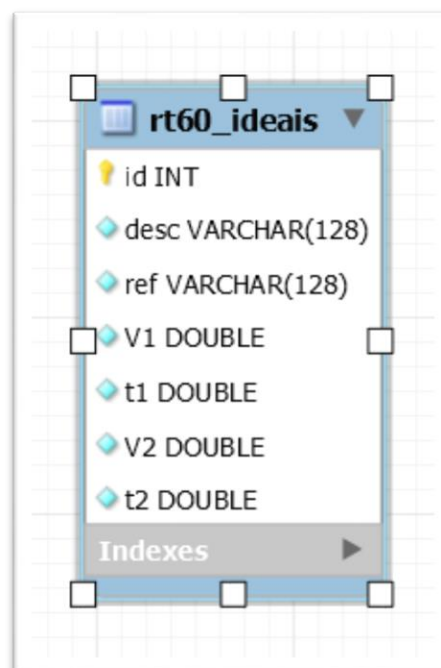
FIGURA 17 – TABELAS SALAS E AMBIENTES



FONTE: AUTOR, 2016.

A aba “RT60 ideal” está representada na tabela “rt60_ideais”. Importante destacar que a tabela apenas registra os valores de campos não calculados na planilha.

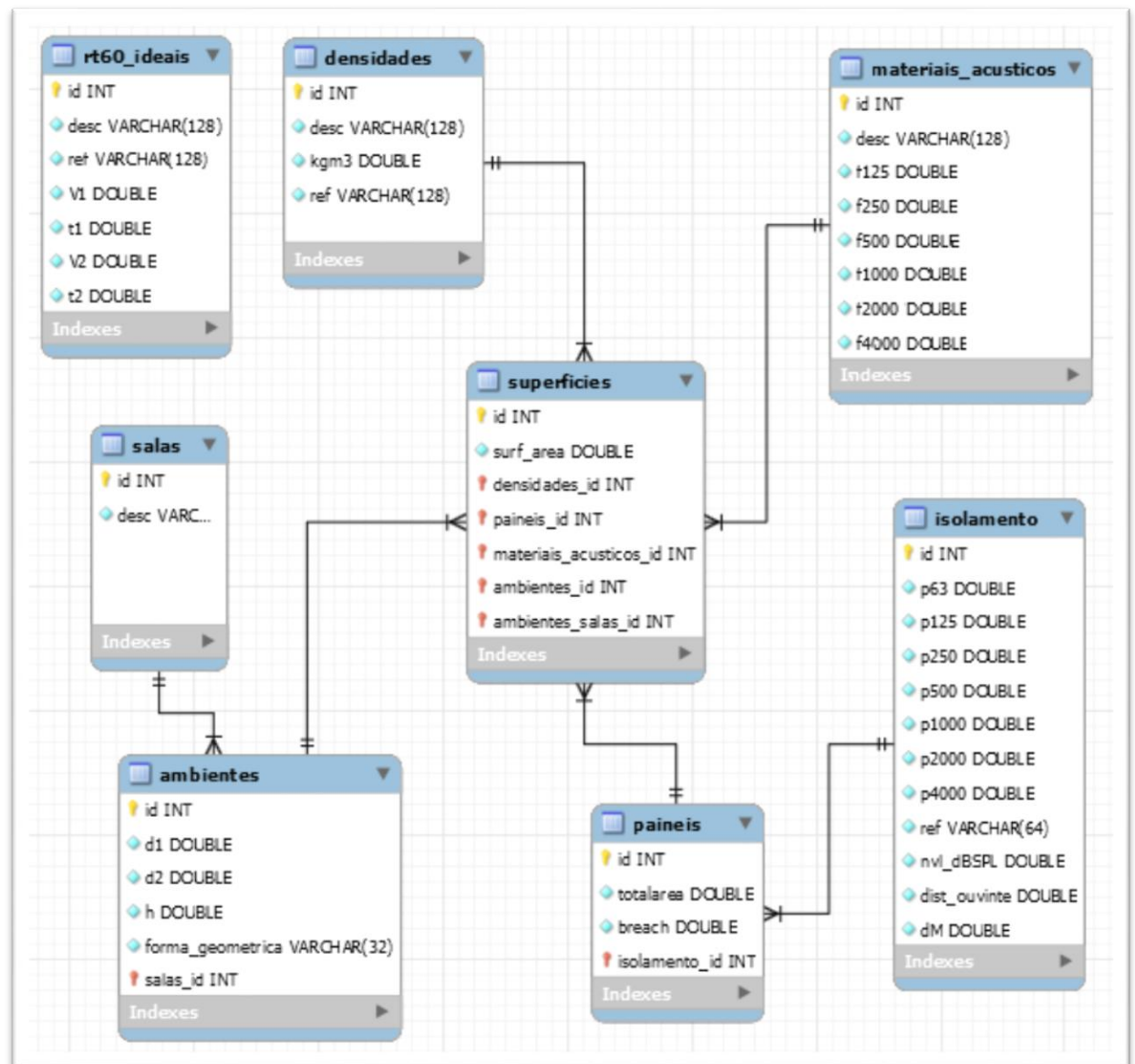
FIGURA 18 – TABELA RT60_IDEAIS



FONTE: AUTOR, 2016.

A aba “RT60 Calc” produziu a associação da tabela “ambientes” com a tabela “superfície”, evitando a criação de uma tabela redundante. A sub tabela “materiais” produziu a tabela “materiais acústicos” que foi relacionada à tabela “superfícies”.

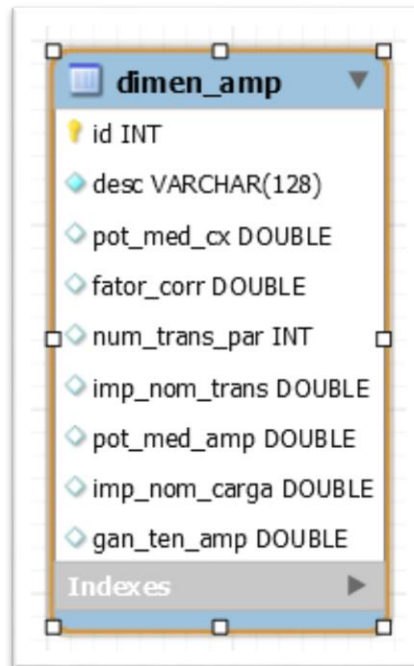
FIGURA 19 – ASSOCIAÇÃO DE TABELAS



FONTE: AUTOR, 2016.

A planilha “DimensionamentoAmplificadores.xlsx” está representada integralmente na tabela “dimen_amp” que irá acondicionar todos os dados de entrada da planilha.

FIGURA 20 – TABELA DIMEN_AMP



The image shows a screenshot of a database table definition window for a table named 'dimen_amp'. The table has the following fields:

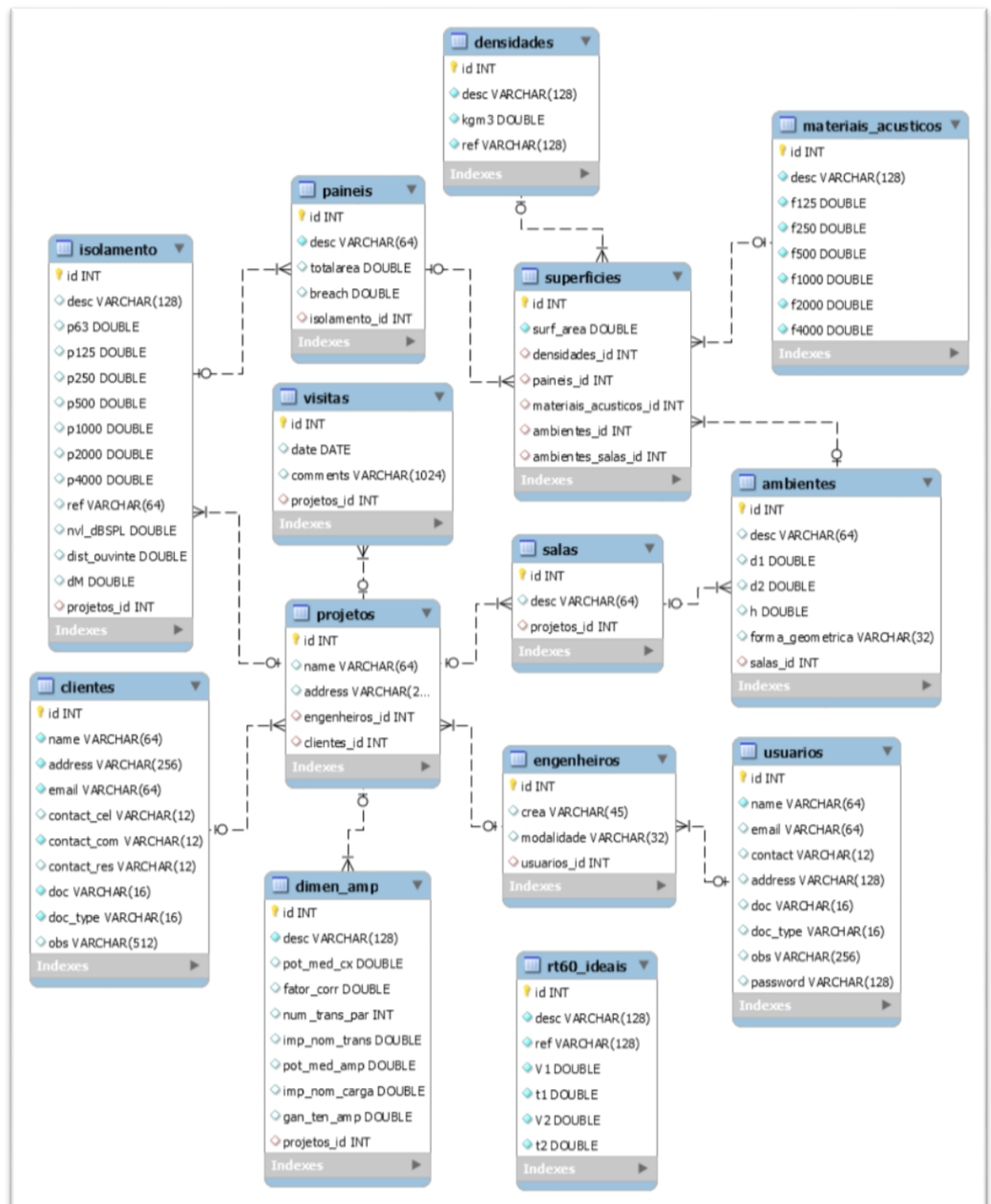
Field Name	Field Type
id	INT
desc	VARCHAR(128)
pot_med_cx	DOUBLE
fator_corr	DOUBLE
num_trans_par	INT
imp_nom_trans	DOUBLE
pot_med_amp	DOUBLE
imp_nom_carga	DOUBLE
gan_ten_amp	DOUBLE

Below the fields, there is a section labeled 'Indexes' with a right-pointing arrow, indicating that there are no indexes defined for this table.

FONTE: AUTOR, 2016.

Outras tabelas menores foram adicionadas ao sistema que assumiu a seguinte configuração:

FIGURA 21 – MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO

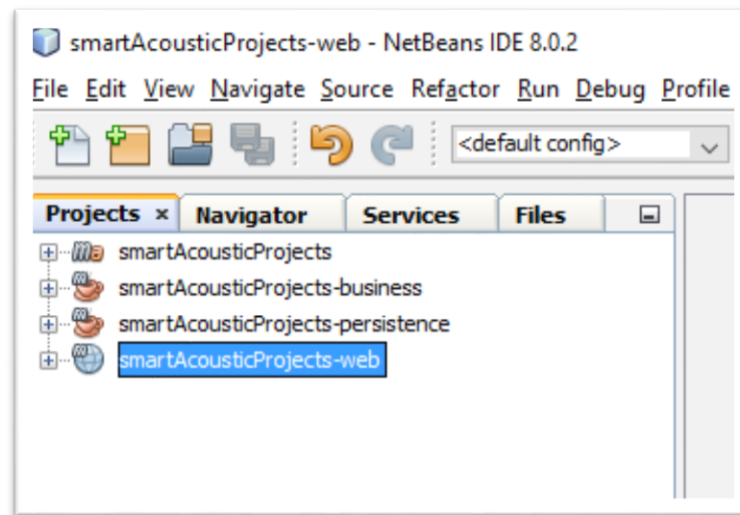


FONTE: AUTOR, 2016.

3.3. CODIFICAÇÃO

O código fonte está estruturado em quatro projetos *maven*, como pode ser observado na Figura 22.

FIGURA 22 – SMART ACOUSTIC PROJECTS



FONTE: AUTOR, 2016.

Toda a gestão de dependências das bibliotecas externas é feita pelo *Maven* para cada um dos projetos, mas não apenas isso. O *Maven* também controla a ordem em que os projetos são construídos, executa os testes automatizados, certificando-se de que não há problemas no código que possam alterar o comportamento de operações críticas do software e viabiliza a comunicação entre as aplicações.

Da forma como o projeto foi estruturado, fica clara a separação entre camadas da aplicação, seguindo a sugestão do padrão de design MVC. Segue uma breve explicação sobre cada um dos projetos e as tecnologias envolvidas.

3.3.1 Smart Acoustic Projects

Este é o projeto pai, responsável por controlar os outros três projetos. Esse conceito de hierarquia é caracterizado pela maneira como o *Maven* foi configurado, onde um projeto pai controla as rotinas relacionadas a projetos filho.

3.3.2 Smart Acoustic Projects - Persistence

O projeto *persistence*, como sugere o nome, cuida de todas as atividades envolvendo a comunicação da aplicação com o banco de dados.

A implementação JPA escolhida para este projeto foi o *Hibernate*, que controla as transações e o ciclo de vida das sessões.

Cada tabela do banco de dados possui uma classe representativa de seus atributos denominada *entity*, ou em tradução livre, entidade.

Embora as classes do tipo entidade possuam os atributos que correspondem às colunas das tabelas, são as classes DAO que possuem os métodos para manipulação desses atributos.

Se valendo dos recursos e conceitos da orientação a objetos, foi então desenvolvida uma classe abstrata que define quais métodos uma classe do tipo DAO deve possuir para atender as necessidades desta aplicação. Em uma segunda classe, que por sua vez implementa esta interface, está toda a codificação necessária para que estes métodos funcionem adequadamente. Por último, há uma classe DAO para cada entidade, que herda os métodos implementados desta classe genérica. Desta maneira, a manutenção deste código é realizada em apenas uma única classe, impactando o funcionamento de todas as classes que herdam o seu comportamento, seguindo o princípio do reuso de código e facilitando sua manutenção.

Foram escritos alguns testes para serem executados automaticamente durante o processo de construção do projeto *persistence*, assegurando que alterações de código não comprometam as operações de consulta e escrita às tabelas.

3.3.3 Smart Acoustic Projects - Business

Toda a parte negocial da aplicação reside no projeto *business*. Foi estabelecido que estas classes seriam nomeadas com o nome da entidade a que se referem acrescentados do sufixo BO, contração do termo *Business Object*, ou em tradução livre, objeto de negócio. Classes com esta descrição encontram-se todas abaixo do mesmo pacote.

Cada uma dessas classe possui como um de seus atributos a própria classe entidade a que se refere.

Além das classes de negócio, este projeto ainda possui as classes de serviço, que são responsáveis por fazer interface entre o projeto *business* e o projeto *persistence*. Sendo assim, sempre que uma classe de negócios necessitar consultar ou escrever no banco de dados, deverá fazê-lo através de uma classe de serviço.

3.3.4 Smart Acoutic Projects – Web

O projeto *web* dedica-se a gerir as atividades relacionadas à interface do usuário. Nele encontram-se os arquivos XHTML com as telas propriamente ditas e as classes *managed beans* que controlam essas telas. As classes *managed beans* são responsáveis entre outras coisas por colher das telas os dados informados pelo usuário, bem como suas ações, e direcioná-las às devidas classes de negócio do projeto *business*.

4. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

Smart Acoustic Projects, que em tradução livre para o português significa Projetos Acústicos Inteligentes, é o nome da aplicação produzida por este trabalho de pesquisa.

A intenção é que ela automatize alguns processos das planilhas e que possa exibir de forma clara o resultado dos cálculos.

Cada planilha será representada no *software* por uma seção exclusiva, que por sua vez trará em sua área interna os campos de entrada de valores e os campos com o resultado dos cálculos.

4.4. INTERFACE DO USUÁRIO

O estudo do *design* de interfaces fornece uma série de informações úteis e tem muito a contribuir durante o processo de concepção da interface. O objetivo é produzir telas com interação intuitiva, de visual agradável e navegação fluida.

Quanto à disposição dos componentes na tela, existem uma série de padrões de design que atendem diferentes critérios. Critérios estes, que devem ser levantados ainda durante a fase de planejamento do *software*.

Informações como volume de dados, tipo dos dados a serem exibidos, frequência com que esses dados serão atualizados, ajudam a delinear qual padrão de design é mais adequado para um determinado tipo de aplicação. (TIDWELL, 2010)

Elencando características que possam ser relevantes na definição do padrão de design a ser utilizado na construção da interface do usuário, pode-se destacar o alto volume e densidade de informações que deverão ser exibidas, a frequência com que os dados serão manipulados e atualizados pelo usuário, a utilização de gráficos na exibição de alguns dados e a forma diversificada com que esses dados serão exibidos nas telas do sistema.

Levando-se em consideração estes critérios, o padrão de *design* "*Dashboard*" aparenta ser o mais indicado para o perfil da aplicação desenvolvida por este trabalho de pesquisa, segundo orientações de Tidwell 2010.

Este é um padrão muito utilizado em diversas aplicações *web*. A título de exemplo pode-se destacar a interface da ferramenta Google Analytics na figura 23.

FIGURA 23 – GOOGLE ANALYTICS



FONTE: TIDWELL, 2010

Perceba a quantidade e variedade de dados que necessitam ser exibidos unicamente na parte central da tela.

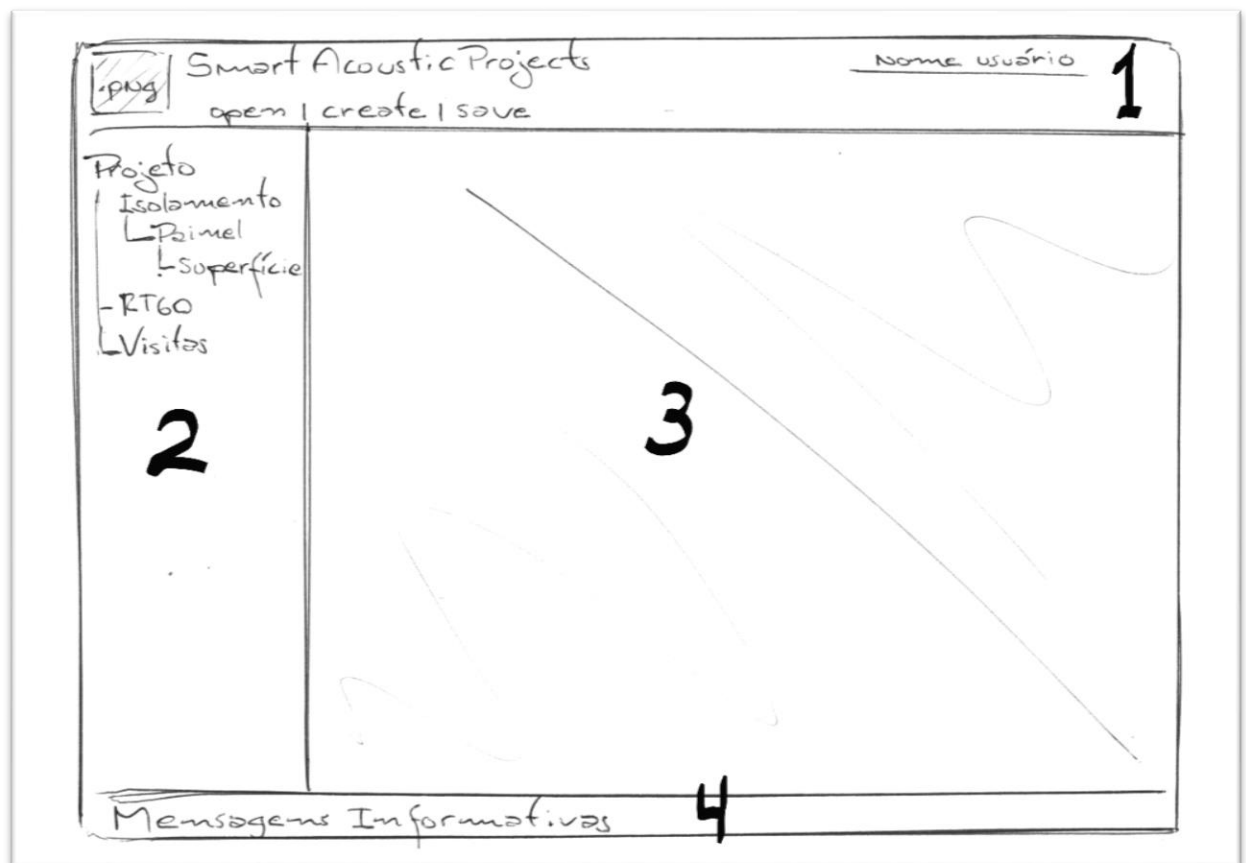
Na aba da esquerda, há uma listagem de categorias, onde é oferecido ao usuário um sistema de navegação randômica pelo conteúdo.

Na aba superior encontram-se algumas funções de contexto geral.

Segundo Tidwell 2010, os usuários já estão muito familiarizados com este tipo de interface, e a maioria deles já sabe onde procurar determinados tipos de informação.

Em um primeiro estudo sobre como o *design Dashboard* poderia ser adaptado para a aplicação desta pesquisa, obteve-se o esboço reproduzido na figura 24.

FIGURA 24 – ESBOÇO DE TELA



FONTE: AUTOR, 2016.

Procurando seguir o layout sugerido pelo padrão escolhido, foram dispostos quatro elementos que compõem a interface principal da aplicação.

Na parte superior figura 24, assinalada com o número 1, estão dispostos o nome da aplicação, o nome do usuário que foi autenticado e funções de contexto mais geral.

Na região assinalada com o número 2, no canto esquerdo da figura 24, estão dispostos os elementos que representam contextos das informações que serão exibidas na região assinalada com o número 3.

Note que a região central, assinalada com o número 3, está vazia, entretanto a ideia é que o seu conteúdo seja responsivo ao contexto selecionado pelo usuário no painel lateral esquerdo.

Logo abaixo, na parte inferior da figura 24, assinalada com o número 4 está um rodapé, dedicado a informar ao usuário o status de suas ações.

4.5. EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Ao iniciar a aplicação, a primeira tela é a de *login* de usuário. Uma vez fornecidos o e-mail e a senha do usuário, esses valores são validados na base de dados e caso estejam corretos a tela principal do *software* é exibida.

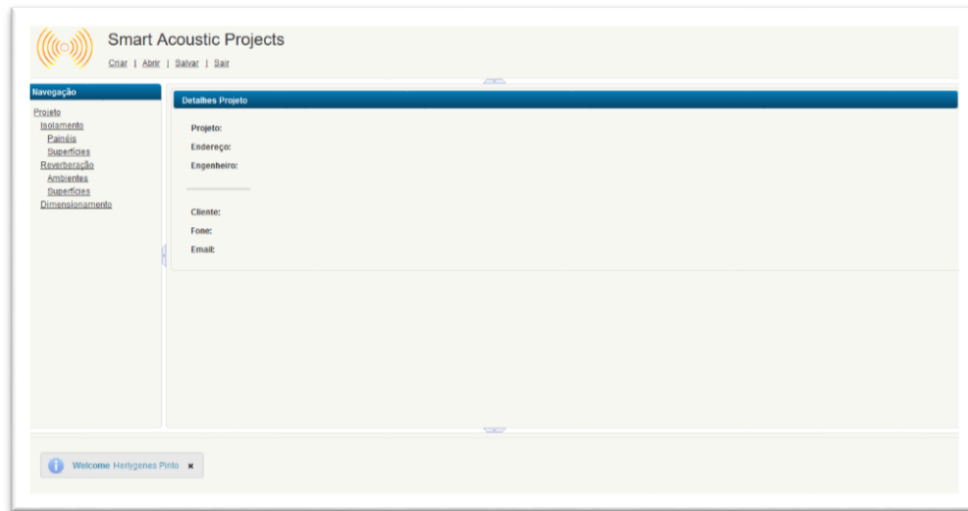
FIGURA 25 – LOGIN DE USUÁRIO

A imagem mostra a interface de login de um sistema chamado "Smart Acoustic Projects". No topo, o nome do sistema é exibido em uma fonte serifada. Abaixo, há dois campos de entrada: "Email" com o valor "herly.pinto@gmail.com" e "Senha" que está vazio. Um botão "Logar" está posicionado abaixo dos campos.

FONTE: AUTOR, 2016.

Na parte superior da tela, logo abaixo do nome da aplicação, encontra-se um menu de contexto geral onde o usuário tem a possibilidade de abrir um projeto, criar um projeto ou salvar o projeto aberto.

FIGURA 26 – TELA PRINCIPAL



FONTE: AUTOR, 2016.

Pedindo pela abertura do projeto a tela da aplicação é escurecida e uma pequena janela se abre para que o usuário possa selecionar um dentre os projetos que foram recuperados da base.

FIGURA 27 – TELA ABRIR PROJETO

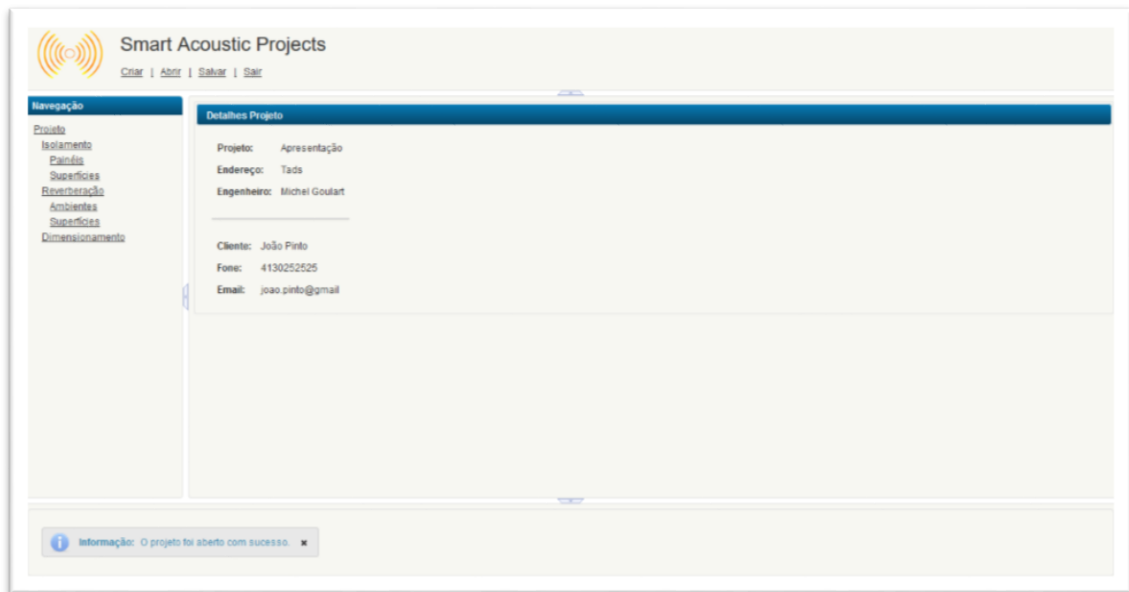


FONTE: AUTOR, 2016.

Quando um projeto é aberto o sistema carrega em memória todos os atributos desse projeto e o usuário tem a possibilidade de navegar entre esses atributos pelo menu de navegação.

Seguindo a hierarquia do menu, a primeira tela exibida ao usuário é a que a exibe os dados mais gerais do projeto como nome, endereço e os dados do cliente.

FIGURA 28 – DETALHES DO PROJETO



Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Detalhes Projeto

Projeto: Apresentação
Endereço: Tads
Engenheiro: Michel Goulart

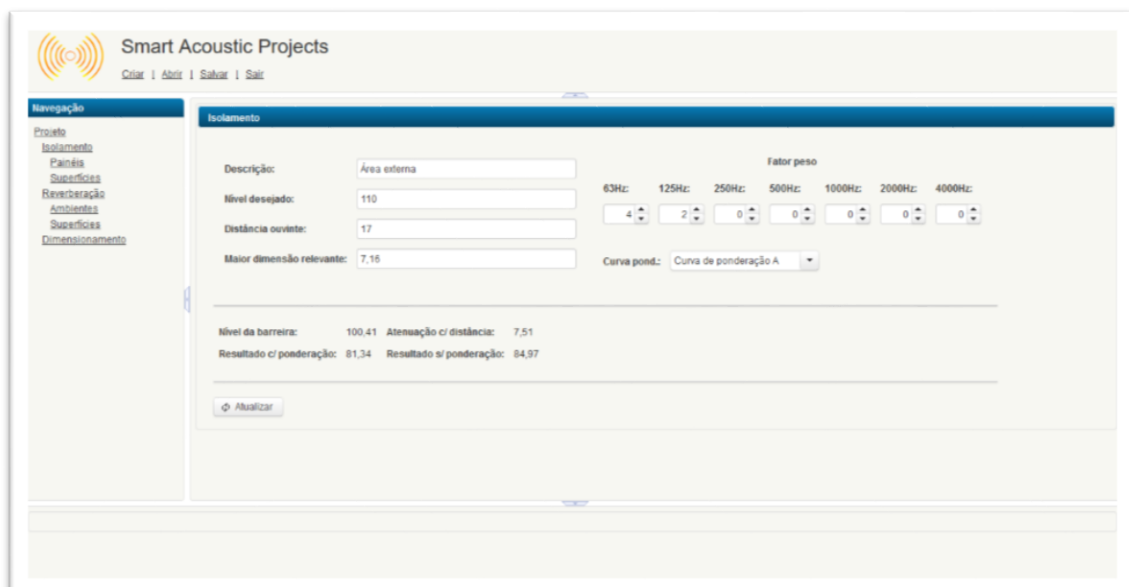
Cliente: João Pinto
Fone: 4130252525
Email: joao.pinto@gmail.com

Informação: O projeto foi aberto com sucesso.

FONTE: AUTOR, 2016.

Logo abaixo está o menu Isolamentos, e suas subseções. Correspondem às funcionalidades oferecidas pela planilha Isolamento.xls.

FIGURA 29 – TELA ISOLAMENTO



Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Isolamento

Descrição: Área externa

Nível desejado: 110

Distância ouvinte: 17

Maior dimensão relevante: 7,16

Fator peso

63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
4	2	0	0	0	0	0

Curva pond: Curva de ponderação A

Nível da barreira: 100,41 Atenuação c/ distância: 7,51

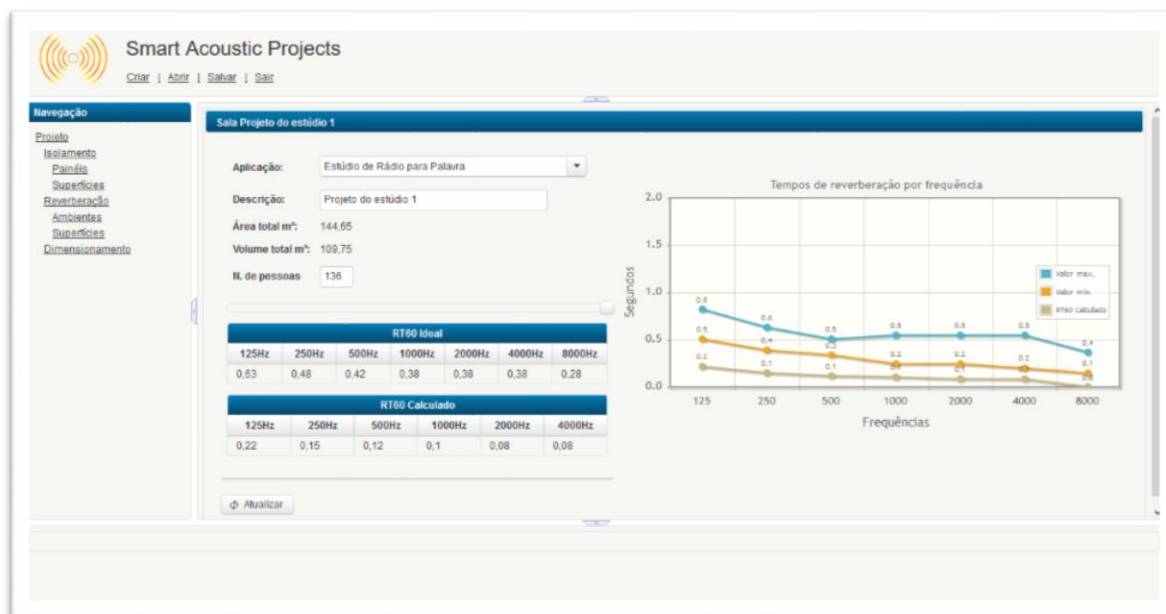
Resultado c/ ponderação: 81,34 Resultado s/ ponderação: 84,97

Atualizar

FONTE: AUTOR, 2016.

O menu Reverberação exibe em um único gráfico os dados já condensados do RT60 calculado para a sala em contraponto do range de RT60 considerado ideal para a aplicação.

FIGURA 30 – TELA REVERBERAÇÃO



FONTE: AUTOR, 2016

Estas são as funcionalidades encontradas na planilha Reverberação.xls.

Avançando para os menus internos o usuário tem acesso às configurações mais elementares.

O último menu carrega a seção de dimensionamento de amplificadores, que abrange as funcionalidades contidas na planilha Dimensionamento.xls.

FIGURA 31 – TELA DIMENSIONAMENTO DE AMPLIFICADORES

Smart Acoustic Projects
 Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Dimensionamento de Amplificadores e Transdutores

Descrição: Modelo transdutor: Fabricante:

Potência média da caixa: Fator de correção: Número de transdutores em paralelo: Impedância nominal do transdutor:

Potência média do amplificador: Impedância nominal da carga: Ganho de tensão do amplificador: Tensão a ser ajustada no limiter (dBs):

Pot. med. sup. trans.: 2.700 Pot. med. ideal do cas. de amp.: 5.400 Pot. med. max. cas. de amp.: 5.798.2 Pot. med. min. cas. de amp.: 4.289.37

Imp. nom. do conj. trans.: 4 Pot. max. sup. pela caixa: 10.800 Ten. RMS sup. falante (V): 103.92
 Ten. RMS sup. falante (dBu): 42.55 Ten. max. sup. falante (V): 207.85 Ten. max. sup. falante (dBu): 48.57

Sensibilidade do amp.: 6.71 Pot. max. forn. pelo amp.: 9.000 Ten. RMS forn. pelo amp. (V): 134.16 Ten. RMS forn. pelo amp. (dBu): 44.77
 Ten. max. forn. pelo amp. (V): 189.74 Ten. max. forn. pelo amp. (dBu): 47.78 Ganho de ten. do amp.: 20 Ganho de ten. do amp. (dB): 26.02
 Max. ten. adim. na est. do amp. (V): 9.49 Max. ten. adim. na est. do amp. (dBu): 21.76

Ten. a ser ajust. no lim. (V): 10.39 Ten. a ser ajust. no lim. (dBu): 22.55 Ten. a ser ajust. no lim. (dBfs): 1.25

FONTE: AUTOR, 2016.

Já no primeiro momento é possível perceber que a interface do software exibe de forma clara quais atributos são passíveis de edição, quais atributos são apenas para exibição e quais atributos são de fato o resultado esperado pelo usuário.

Um outro ponto que pode ser observado é com relação à organização dos menus, que conduzem o usuário de um contexto mais abrangente das funcionalidades em direção ao contexto mais específico, tendo em vista que o sistema já foi alimentado com os dados corretamente, o que realmente importa ao usuário é o resultado final de todos os cálculos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto de pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação que possuísse as mesmas funcionalidades exercidas por um conjunto de planilhas fornecidas pela empresa de consultoria MG Áudio.

Para atingir esse objetivo o pesquisador lançou mão de recursos atuais no que tange a atividade de análise e desenvolvimento de softwares, proporcionando-lhe a aquisição de valioso conhecimento e agregando de forma positiva à sua carreira.

Embora o objetivo tenha sido alcançado na totalidade de seu escopo previamente definido, atendendo a todos os casos de uso que foram levantados, é importante ressaltar que a esta primeira versão do software falta robustez, justamente por conta da superficialidade do escopo inicial.

Frente a este fato porém, pode-se entrepor o primeiro dos doze princípios que fundamentam o manifesto ágil que diz o seguinte: “Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente através da entrega contínua e adiantada de software com valor agregado.” (BECK, 2011)

O principal valor desta entrega é o conjunto de casos de uso que foram levantados primariamente e, dispendir qualquer esforço em outras funcionalidades não previstas poderia incorrer o risco de comprometer o valor central da entrega.

Ao observar o resultado de seu trabalho sob esta ótica, o pesquisador sente-se confortável a submetê-lo para apreciação pela honorável banca avaliadora.

5.6. TRABALHOS FUTUROS

Com o objetivo de aumentar a robustez e confiabilidade do software, algumas ações fazem-se necessárias.

A primeira delas é o tratamento e validação de todos os dados inseridos pelo usuário. Por esta ação pretende-se prevenir o mau funcionamento do software por conta de erros de digitação ou qualquer outro tipo de dado inesperado para um determinado campo.

A segunda ação é a implementação de mecanismos para o correto tratamento de exceções.

Também julga-se necessário uma reavaliação sobre a forma como as sessões de conexão com o banco de dados estão sendo administradas. Na versão atual do

software, foi criada uma classe utilitária que instancia um objeto do tipo *session factory* que é responsável por criar ou abrir uma sessão previamente aberta para realizar uma transação com o banco de dados.

Esta classe utilitária é então chamada de dentro do módulo negocial para criação ou abertura de sessões em serviços de consulta de dados.

A dúvida em questão é se do ponto de vista da arquitetura de software isso é uma prática recomendada, tendo em vista que a gestão de um componente que diz respeito exclusivamente ao módulo de persistência está sendo executada pelo módulo negocial.

Uma consulta mais aprofundada na literatura especializada deveria ser feita sobre esta questão.

Com relação à interface do usuário, ainda há muito trabalho a ser feito considerando-se que o objetivo inicial era a produção de uma interface amigável e intuitiva. Embora estes conceitos sejam de ordem puramente subjetiva, é fato que a usabilidade possui uma série de sugestões que poderiam muito enriquecer a interface do usuário implementada na versão atual do software.

6. REFERÊNCIAS

AHNERT W.; SCHIMDT W. **Fundamentals to perform acoustical measurements**. Berlin: AFMG, 2011.

APACHE, **Maven: The Complete Reference**. Los Angeles. Sonatype 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1988.

BORTONI, R. **Amplificadores de áudio: Fundamentos, características e aplicações**. Rio de Janeiro: H.Sheldon, 2002.

BECK, K. [et al] **Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software**. Utah. The Agile Alliance, 2001. Disponível em: <<http://agilemanifesto.org/iso/ptbr/manifesto.html>> Acesso em 28 nov. 2016.

BRASIL. Lei 6938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 16 out. 2016.

CALIXTO, A. **Vibração, Som e Luz – Conceitos Fundamentais**. Disponível em: <www.ergonomia.ufpr.br/RuidosVibellumCalixto.doc>. Acesso em: 22 out. 2016.

CYSNE, L. F. O. **A bíblia do som**. São Paulo. Sem Editora, 2006

DEITEL, P. J. **Java: Como Programar**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

FILHO, S. N. **Fundamentos sobre Ruídos: Geração de Ruído Rosa a partir de Ruído Branco**. Revista BackStage, Rio de Janeiro, vol. 9, nº 6, pp. 156-158, junho 2002.

GONÇALVES, E. **Dominando Java Server Faces e Facelets Utilizando Spring 2.5, Hibernate e JPA**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

GUEDES, G. T. A. **UML 2: Uma abordagem prática**. São Paulo: Novatech Editora, 2011.

HENRIQUE, L. L. **Acústica Musical**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

MACHADO, A. A. **Poluição sonora como crime ambiental**. Revista Jus Navigandi, Teresina, ano 9, n. 327, 30 maio 2004. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/5261>>. Acesso em: 16 out. 2016.

ORACLE, **GlassFish Server Open Source Edition Quick Start Guide**. Redwood City. Oracle, 2013. Disponível em: <<https://glassfish.java.net/docs/4.0/quick-start-guide.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2016.

ORACLE, **The Java EE 5 Tutorial**. Redwood City. Oracle, 2010. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javaee/5/tutorial/doc/docinfo.html>>. Acesso em 20 nov. 2016.

ORACLE, **Your First Cup**. Redwood City. Oracle, 2012. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javaee/6/firstcup/doc/docinfo.html>>. Acesso em 20 nov. 2016.

RATIONAL, **Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams**. Cupertino: Rational Software 1998.

RATTON, M. **Dicionário de Áudio e Tecnologia Musical**. Rio de Janeiro: Música e Tecnologia, 2009.

RUMBAUGH, J. [et al]. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

SANTOS, J. L. P. **Isolamento sonoro de partições arquitetônicas**. Santa Maria. Editora da UFSM, 2012.

TIDWELL, J. **Designing Interfaces, Second Edition**. Sebastopol. O'Reilly Media, 2010.

APENDICES

FASE DE INICIAÇÃO – WORKFLOW MODELO DE NEGÓCIO

VISÃO

A empresa de consultoria MG Áudio, localizada em Curitiba – PR presta a seus clientes vários serviços relacionados à acústica de ambientes e áudio em geral. Dentre suas muitas atividades, uma delas é a de prestar consultoria para projetos de tratamento e isolamento acústico em ambientes como igrejas, estúdios, bares e restaurantes.

Para estas atividades os engenheiros da empresa seguem um processo definido informalmente como é descrito a seguir.

Ao ser acionado pela empresa, o engenheiro dirige-se ao estabelecimento do cliente para realizar medições de paredes e colher dados que são relevantes para a realização dos cálculos.

Os dados colhidos são então inseridos em planilhas do Excel que fazem a modelagem acústica do local. São duas planilhas, uma para cálculo do isolamento acústico e outra para cálculo do índice de absorção acústica por frequência das paredes do local.

Uma vez que a coleta de dados e os cálculos preliminares foram realizados, o engenheiro passa a realizar simulações da acústica do ambiente aplicando outros materiais nas paredes. Através dessas simulações é possível prever que material seria necessário ser aplicado no ambiente para se chegar ao resultado esperado.

Após as simulações e a definição de quais materiais seriam mais adequados para aplicação no ambiente, o engenheiro então prepara um laudo técnico do estado acústico atual do ambiente e um projeto de isolamento e tratamento acústico baseados nas simulações. Esse material é apresentado ao cliente em forma de uma proposta de execução com orçamento.

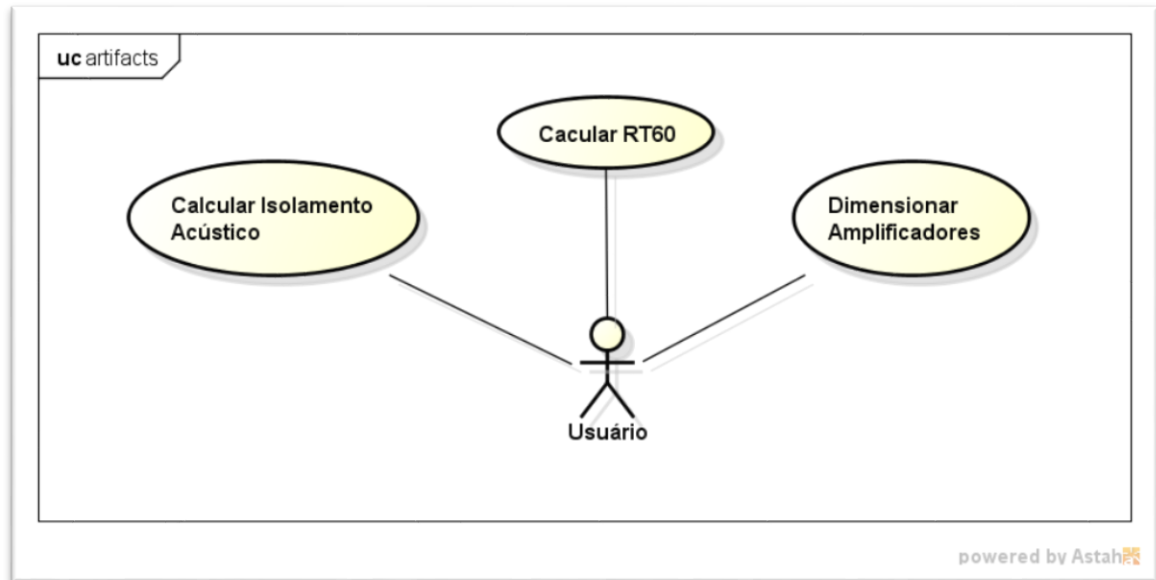
A proposta consiste em desenvolver uma aplicação web que realize todo o trabalho que hoje é feito pelas planilhas. As informações de cada ambiente tratado devem ser salvas na nuvem, bem como dados do cliente, engenheiro responsável, registro de visitas etc. Todas estas informações devem ser organizadas em projetos, facilitando a sua recuperação.

Com isso, pretende-se automatizar essas atividades, reduzindo o custo de tempo empregado nestas atividades.

Estarão fora do escopo quaisquer funcionalidades de ordem administrativa como controle de fluxo de caixa, recursos humanos e outras.

CASOS DE USO NEGOCIAIS

FIGURA 32 – MACRO DIAGRAMA DE CASOS DE USO



FONTE: AUTOR, 2016.

DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES

Calcular Isolamento Acústico

Com base nos dados inseridos pelo usuário o sistema calcula o índice de isolamento acústico de um conjunto de painéis.

Calcular RT60

Com base no volume em m^3 e na descrição dos materiais que revestem a área interna total de um dado ambiente, o sistema calcula o tempo de reverberação RT60.

Dimensionar Amplificadores

Com base nos dados inseridos pelo usuário o sistema calcula os valores de configuração ideais para um sistema eletro acústico qualquer.

GLOSSÁRIO

Isolamento acústico - Processo pelo qual se procura evitar a entrada ou saída de sons em um determinado recinto.

RT60 - É o tempo que um som leva para diminuir em 60 decibéis a sua intensidade original.

Dimensionamento de amplificadores - É a otimização de um sistema eletro acústico, buscando obter o melhor desempenho do sistema sem danificá-lo.

REGRAS DE NEGÓCIO

R001

A senha informada pelo usuário deve corresponder à senha registrada em base de dados.

R002

Apenas usuários autenticados podem acessar o sistema.

R003

Uma sala só pode ser criada abaixo do contexto de um único projeto.

R004

Um ambiente só pode ser criado abaixo do contexto de uma única sala.

R005

Uma superfície pode ser criada abaixo do contexto de um único ambiente ou de um único painel.

R006

Um projeto deve obrigatoriamente estar associado a um cliente previamente cadastrado e a um engenheiro previamente cadastrado.

R007

A soma das áreas das superfícies que compõem um painel não deve ser superior à área de superfície total deste painel.


R008

A soma das áreas das superfícies que compõem um painel não deve ser superior à área de superfície total deste painel.

FASE DE ELABORAÇÃO – ITERAÇÃO I – WORKFLOW DE REQUISITOS

PROTÓTIPO DE INTERFACES

FIGURA 33 – DATA VIEW 001



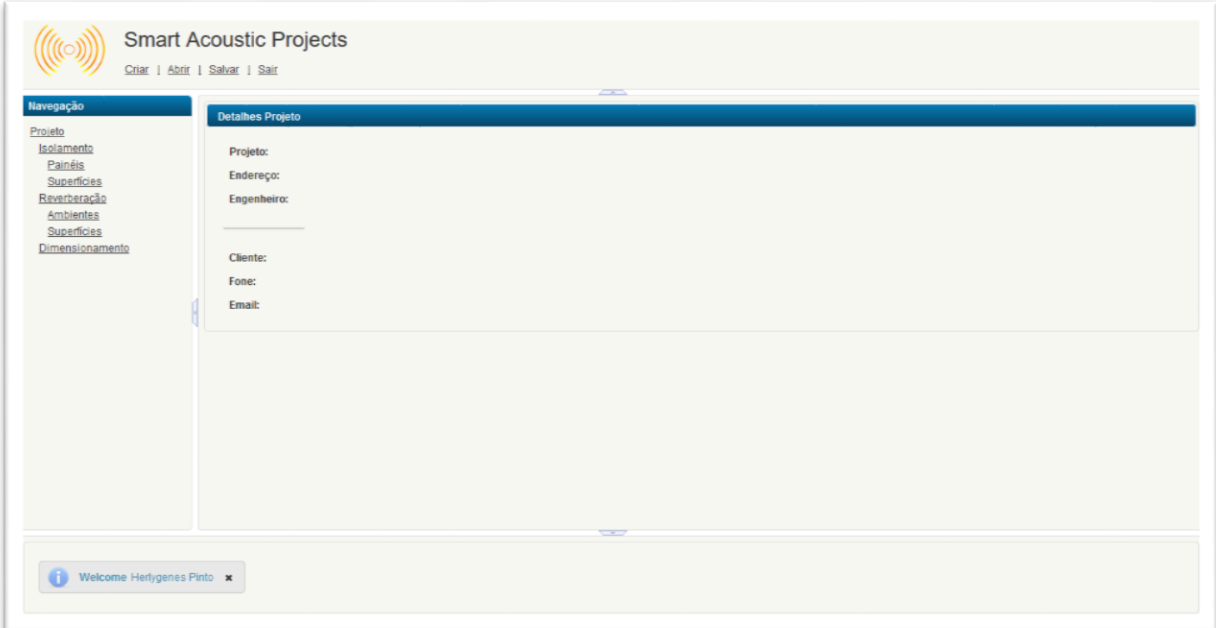
Smart Acoustic Projects

Email

Senha

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 34 – DATA VIEW 002



Smart Acoustic Projects

[Criar](#) | [Abrir](#) | [Salvar](#) | [Sair](#)

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Detalhes Projeto

Projeto:

Endereço:

Engenheiro:

Cliente:

Fone:

Email:

Welcome Herlygenes Pinto ✕

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 35 – DATA VIEW 003

Criar Projeto

Nome do projeto:

Endereço:

Selecionar Engenheiro Selecionar Cliente

Novo cliente

Nome do cliente: Endereço:

Email: Documento: Tipo de documento:

Telefone celular: Telefone residencial: Telefone comercial:

Observação:

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 36 – DATA VIEW 004

Abrir Projeto

Projeto:

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 37 – DATA VIEW 005

Sair

Deseja realmente sair?

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 38 – DATA VIEW 006

Smart Acoustic Projects

Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Detalhes Projeto

Projeto: Apresentação

Endereço: Tads

Engenheiro: Michel Goulart

Cliente: João Pinto

Fone: 4130252525

Email: joao.pinto@gmail.com

Informação: O projeto foi aberto com sucesso. ✕

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 39 – DATA VIEW 007

Smart Acoustic Projects

Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Isolamento

Descrição: Área externa

Nível desejado: 110

Distância ouvinte: 17

Maior dimensão relevante: 7,16

Fator peso

63Hz:	125Hz:	250Hz:	500Hz:	1000Hz:	2000Hz:	4000Hz:
4	2	0	0	0	0	0

Curva pond: Curva de ponderação A

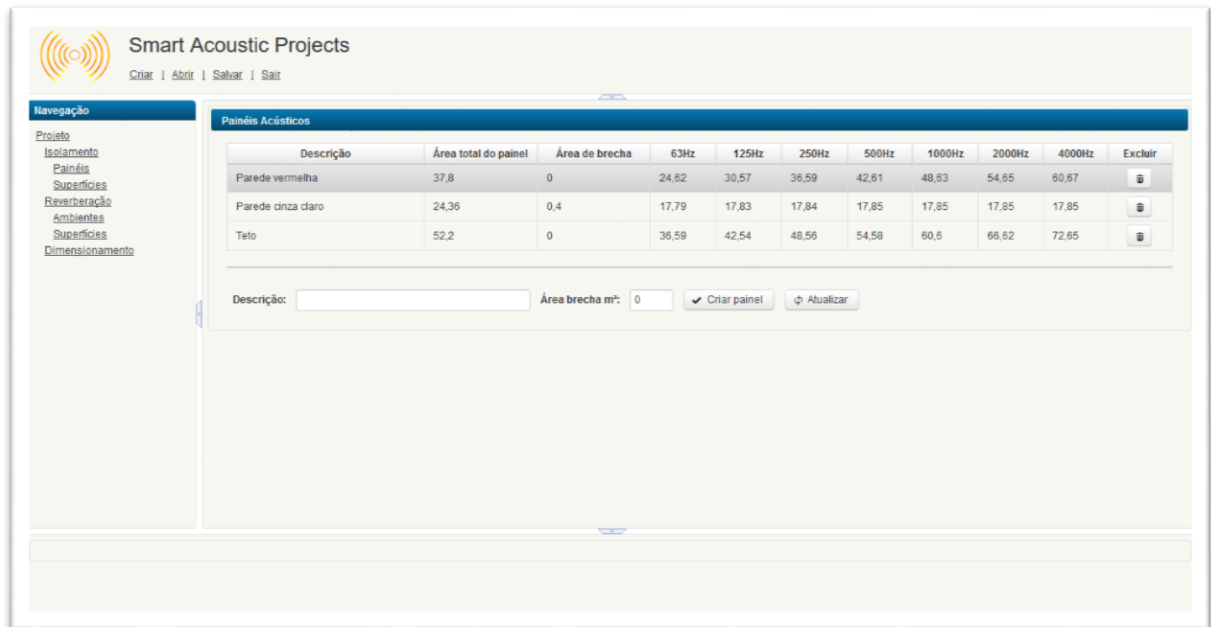
Nível da barreira: 100,41 Atenuação c/ distância: 7,51

Resultado c/ ponderação: 81,34 Resultado s/ ponderação: 84,97

Atualizar

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 40 – DATA VIEW 008



Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

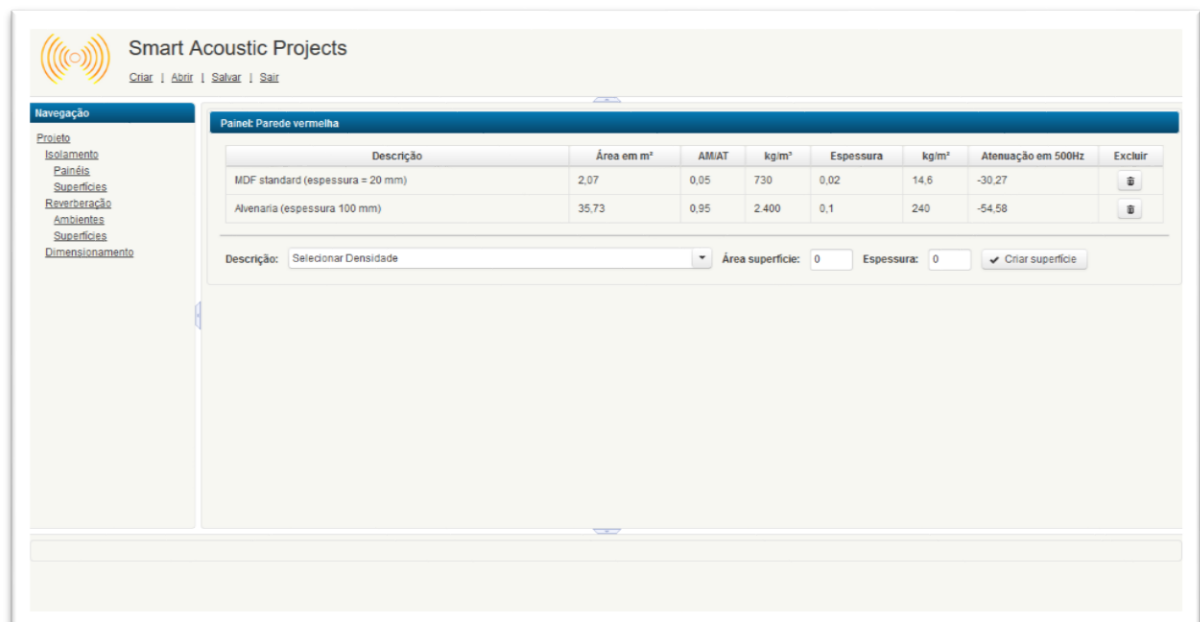
Painéis Acústicos

Descrição	Área total do painel	Área de brecha	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	Excluir
Parede vermelha	37,8	0	24,62	30,57	36,59	42,61	48,83	54,85	60,67	
Parede cinza claro	24,36	0,4	17,79	17,83	17,84	17,85	17,85	17,85	17,85	
Teto	52,2	0	36,59	42,54	48,56	54,58	60,6	66,62	72,65	

Descrição: Área brecha m²: ☒ Criar painel

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 41 – DATA VIEW 009



Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

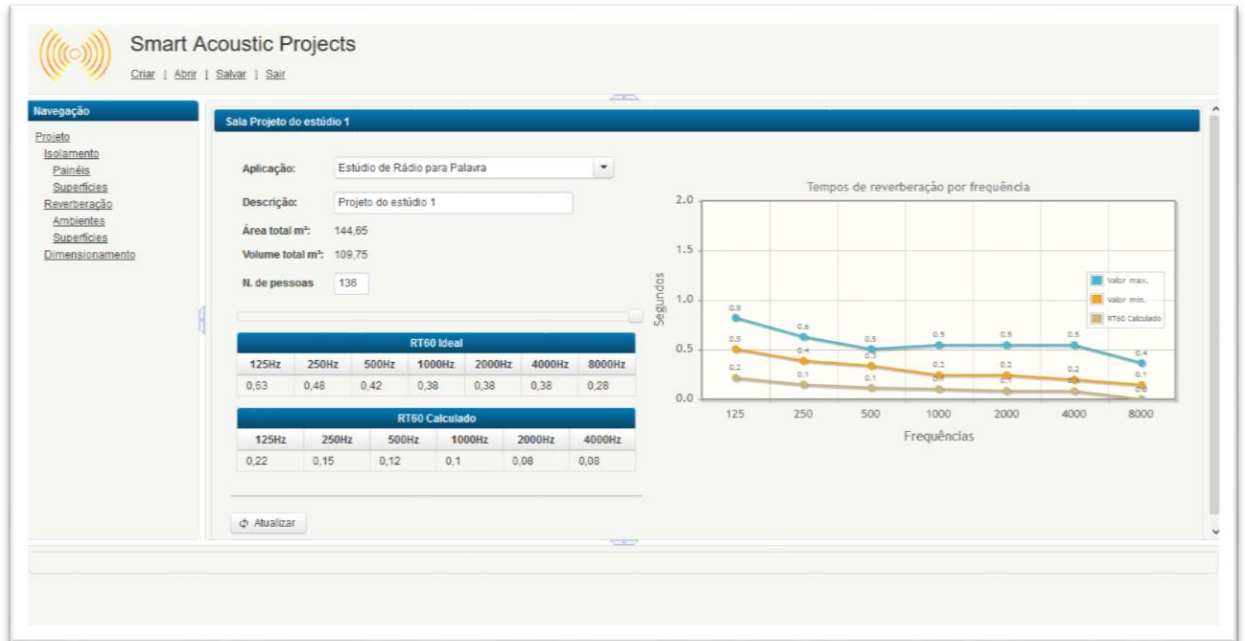
Painel: Parede vermelha

Descrição	Área em m²	AMAT	kg/m³	Espessura	kg/m³	Atenuação em 500Hz	Excluir
MDF standard (espessura = 20 mm)	2,07	0,05	730	0,02	14,6	-30,27	
Alvenaria (espessura 100 mm)	35,73	0,95	2.400	0,1	240	-54,58	

Descrição: Área superfície: Espessura: ☒ Criar superfície

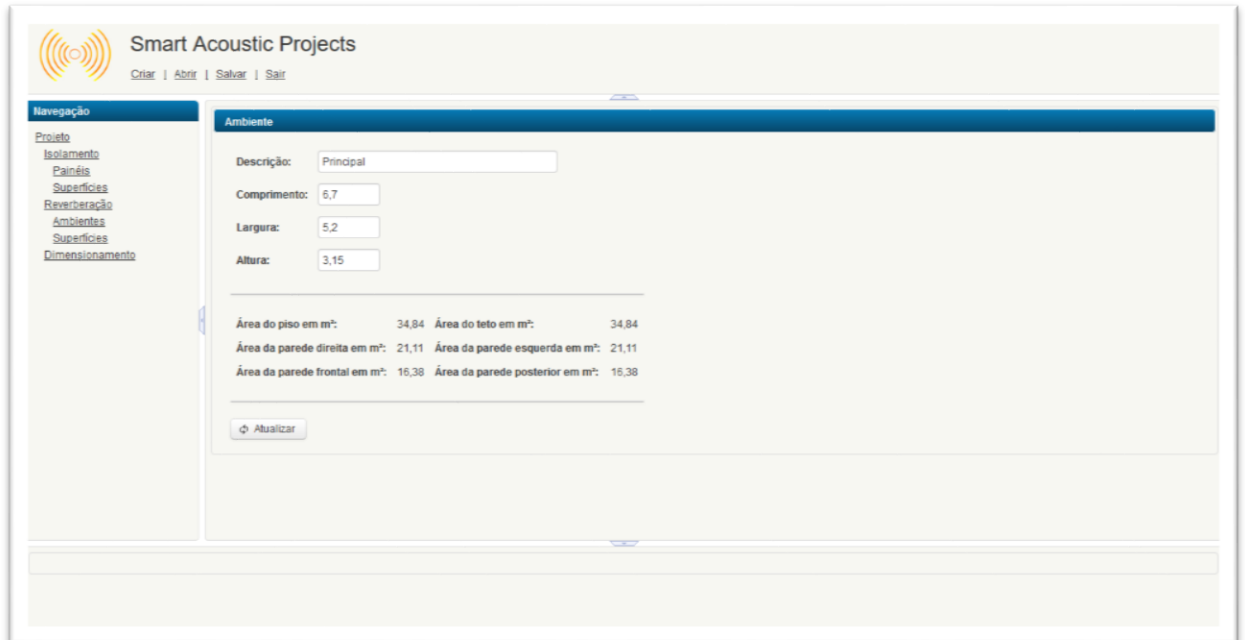
FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 42 – DATA VIEW 010



FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 43 – DATA VIEW 011



FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 44 – DATA VIEW 012

Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Superfícies

Descrição	Área em m²	Excluir
Piso de concreto	34,84	<input type="checkbox"/>
Forno Q-1212 Maxiforno (alterado)	34,84	<input type="checkbox"/>
Parede lisa pintada - AMORC original	21,11	<input type="checkbox"/>
Parede lisa pintada - AMORC original	21,11	<input type="checkbox"/>
Parede lisa pintada - AMORC original	16,38	<input type="checkbox"/>
Espuma em relevo 50mm	16,37	<input type="checkbox"/>

Descrição: Área superfície:

FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 45 – DATA VIEW 013

Smart Acoustic Projects
Criar | Abrir | Salvar | Sair

Navegação

- Projeto
- Isolamento
- Painéis
- Superfícies
- Reverberação
- Ambientes
- Superfícies
- Dimensionamento

Dimensionamento de Amplificadores e Transdutores

Descrição: Modelo transdutor: Fabricante:

Potência média da caixa: Fator de correção: Número de transdutores em paralelo: Impedância nominal do transdutor:

Potência média do amplificador: Impedância nominal da carga: Ganho de tensão do amplificador: Tensão a ser ajustada no limiter (dBfs):

Pot. med. sup. trans.: 2.700 Pot. med. ideal do can. de amp.: 5.400 Pot. med. max. can. de amp.: 6.798,2 Pot. med. min. can. de amp.: 4.289,37

Imp. nom. do conj. trans.: 4 Pot. max. sup. pela caixa: 10.800 Ten. RMS sup. falante (V): 103,92
Ten. RMS sup. falante (dBu): 42,55 Ten. max. sup. falante (V): 207,85 Ten. max. sup. falante (dBu): 48,57

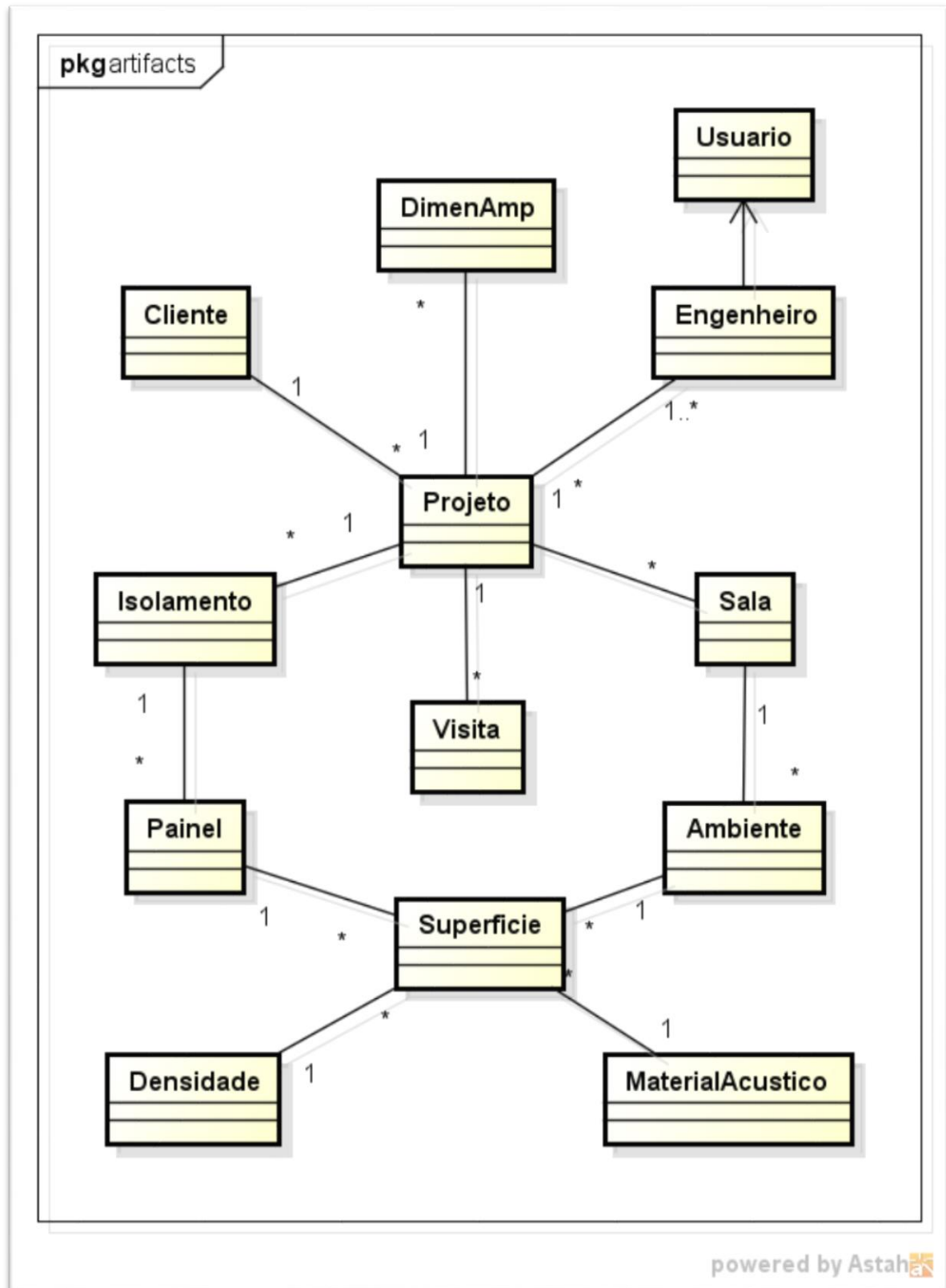
Sensibilidade do amp.: 6,71 Pot. max. forn. pelo amp.: 9.000 Ten. RMS forn. pelo amp. (V): 134,16 Ten. RMS forn. pelo amp. (dBu): 44,77
Ten. max. forn. pelo amp. (V): 189,74 Ten. max. forn. pelo amp. (dBu): 47,78 Ganho de ten. do amp.: 20 Ganho de ten. do amp. (dB): 26,02
Max. ten. adim. na ent. do amp. (V): 9,49 Max. ten. adim. na ent. do amp. (dBu): 21,76

Ten. a ser ajust. no lim. (V): 10,39 Ten. a ser ajust. no lim. (dBu): 22,55 Ten. a ser ajust. no lim. (dBfs): 1,25

FONTE: AUTOR, 2016.

MODELO DE OBJETOS NEGOCIAIS

FIGURA 46 – MODELO DE OBJETOS NEGOCIAIS

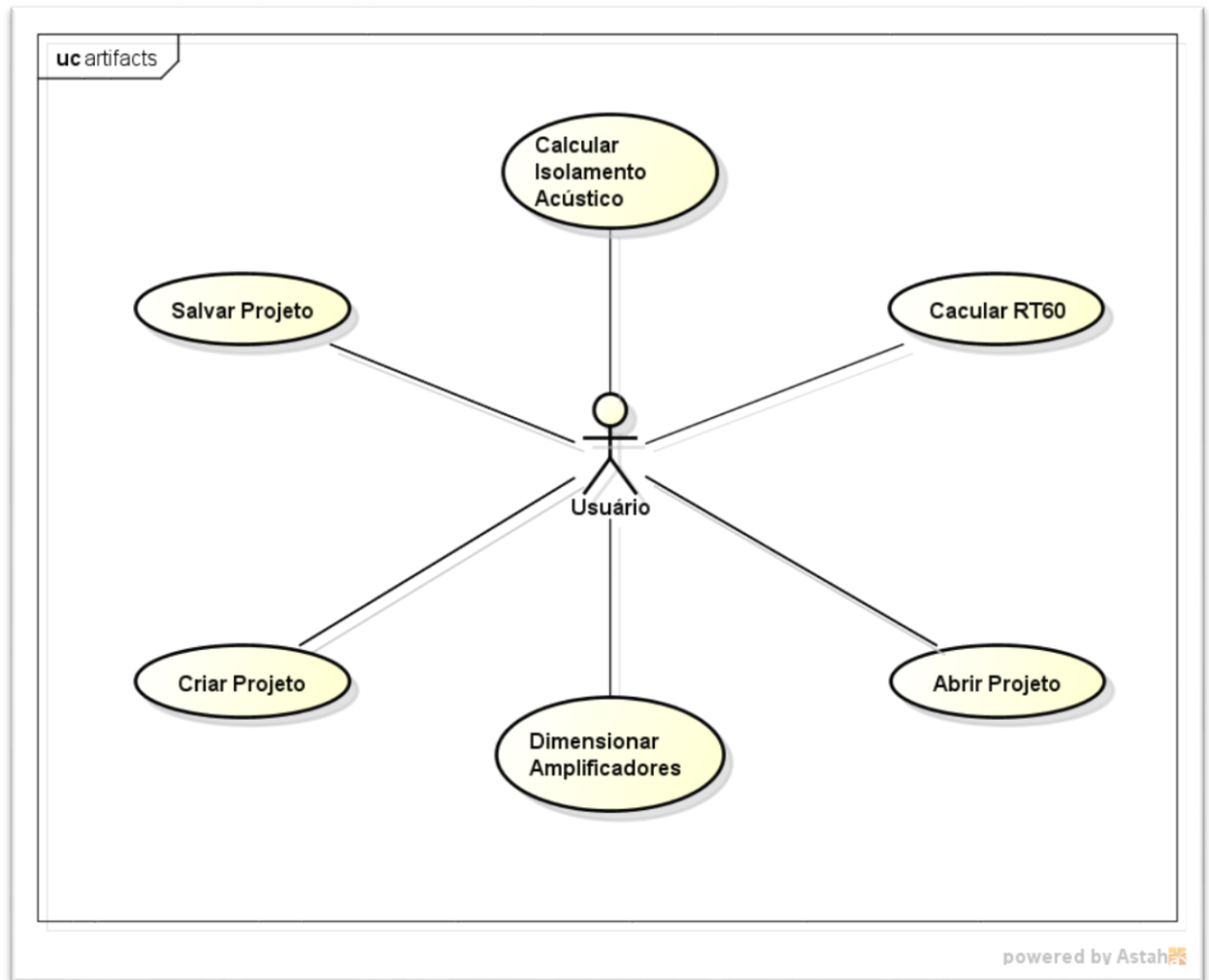


FONTE: AUTOR, 2016.

FASE DE ELABORAÇÃO – ITERAÇÃO I WORKFLOW DE ANÁLISE E DESIGN

CASOS DE USO

FIGURA 47 – CASOS DE USO



FONTE: AUTOR, 2016.

ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO

UC01 – ABRIR PROJETO

Descrição

Este caso de uso carrega na tela do sistema os dados de um determinado projeto.

Data View

Data View 001 – Tela Abrir Projeto.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:
Houver um usuário devidamente autenticado.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:
Persistir em base as alterações realizadas no projeto até o momento.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe a tela principal da aplicação.
2. O usuário clica na opção “Save Project”, abaixo do menu “File”
3. O sistema persiste em base de dados as informações do projeto corrente.
4. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

Não há fluxos alternativos para este caso de uso.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

UC02 – CALCULAR ISOLAMENTO ACÚSTICO

Descrição

Este caso de uso calcula o índice de absorção acústica imposto por um grupo de painéis acústicos.

Data View

Data View 007 – Tela Isolamento Acústico.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:

Um projeto estiver aberto.

Houver pelo menos um plano configurado com pelo menos uma superfície configurada.

O usuário clicar no botão Atualizar.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:

Calcular o isolamento acústico.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe na tela principal da aplicação a tela de isolamento acústico.
2. O usuário clica no botão “Atualizar”.
3. O sistema calcula o isolamento acústico.
4. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

Não há fluxos alternativos para este caso de uso.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

UC03 – CALCULAR RT60

Descrição

Este caso de uso calcula o tempo de reverberação RT60 de um ambiente.

Data View

Data View 010 – Tela Reverberação.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:

Um projeto estiver aberto.

Houver pelo menos um ambiente configurado com pelo menos uma superfície configurada.

O usuário clicar no botão Atualizar.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:

Calcular o isolamento acústico.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe na tela principal da aplicação a tela de Reverberação RT60.
2. O usuário clica no botão “Atualizar”.
3. O sistema calcula a reverberação.
4. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

Não há fluxos alternativos para este caso de uso.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

UC04 – DIMENSIONAR AMPLIFICADORES

Descrição

Este caso de uso calcula os valores de configuração ideais para um sistema eletro acústico.

Data View

Data View 013 – Tela Dimensionamento de amplificadores.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:

Um projeto estiver aberto.

Os campos necessários estiverem devidamente preenchidos.

O usuário clicar no botão Atualizar.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:

Calcular o dimensionamento dos amplificadores.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe na tela principal da aplicação a tela de Dimensionamento de amplificadores.
2. O usuário clica no botão “Atualizar”.
3. O sistema calcula os novos valores.

4. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

Não há fluxos alternativos para este caso de uso.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

UC05 – CRIAR PROJETO

Descrição

Este caso de uso cria um novo projeto de consultoria.

Data View

Data View 003 – Tela Criar Projeto.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:
Um projeto estiver aberto.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:
Persistir na base o novo projeto recém criado.
Exibir na tela o novo projeto recém criado.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe a tela de criação de projeto.
2. O usuário preenche todos os campos.
3. O usuário escolhe um cliente. (A01)
4. O sistema persiste em base de dados as informações do projeto recém criado.
5. O sistema exibe na tela os dados do projeto recém criado.
6. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

A01 – O usuário opta por criar um novo cliente.

1. O usuário clica no botão criar cliente.
2. O usuário informa os dados do novo cliente.
3. O usuário clica no botão Criar Cliente.
4. O sistema persiste os dados cliente recém criado.
5. O sistema retorna para a tela de criação de projeto.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

UC06 – SALVAR PROJETO

Descrição

Este caso de uso persiste os dados de projeto corrente na base de dados.

Data View

Data View 002 – Tela Principal do projeto.

Pré-condições

Este caso de uso pode iniciar somente se:
Um projeto estiver aberto.

Pós-condições

Após o fim normal desse caso de uso o sistema deve:
Persistir na base as alterações realizadas no projeto até o momento.

Ator Primário

Usuário.

Fluxo de Eventos Principais

1. O sistema exibe a tela principal da aplicação.
2. O usuário clica no botão “Salvar”.
3. O sistema persiste na base de dados as informações do projeto corrente.
4. O caso de uso é finalizado.

Fluxos Alternativos

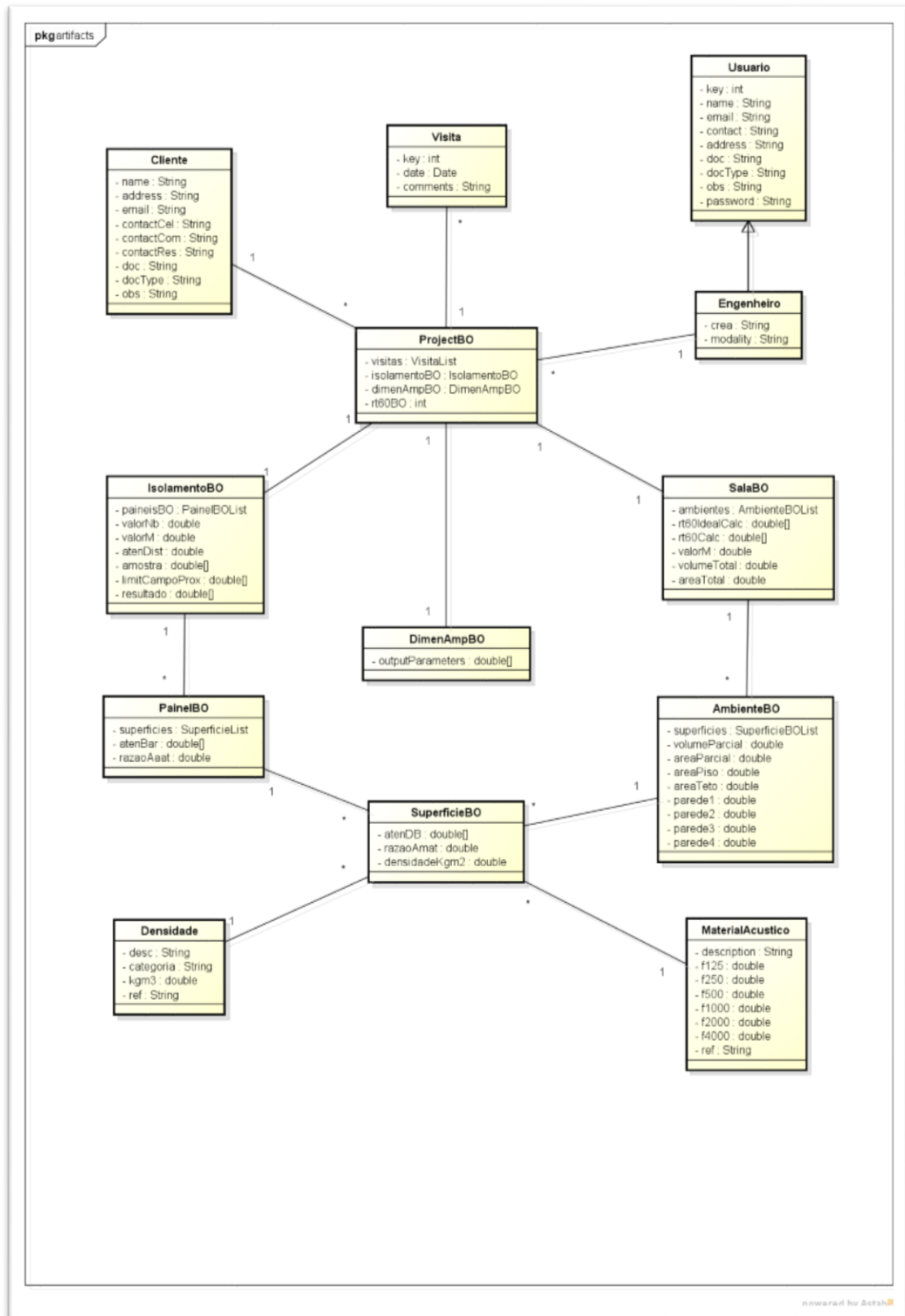
Não há fluxos alternativos para este caso de uso.

Fluxos de Exceção

Não há fluxos de exceção para esse caso de uso.

MODELO DE OBJETOS

FIGURA 48 – MODELO DE OBJETOS

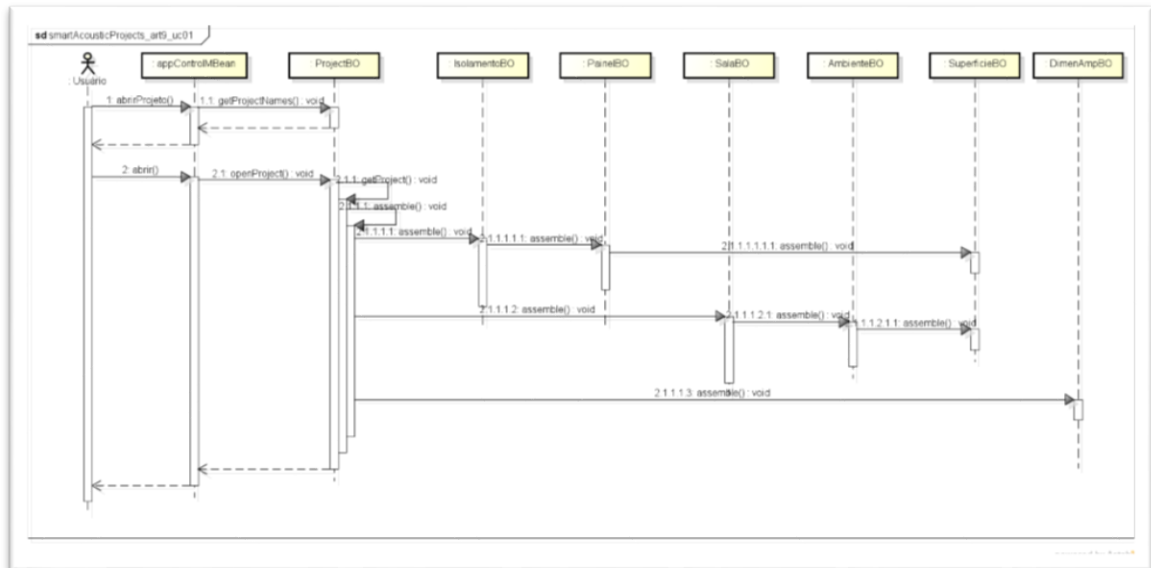


FONTE: AUTOR, 2016.

FASE DE ELABORAÇÃO – ITERAÇÃO II WORKFLOW DE ANÁLISE E DESIGN

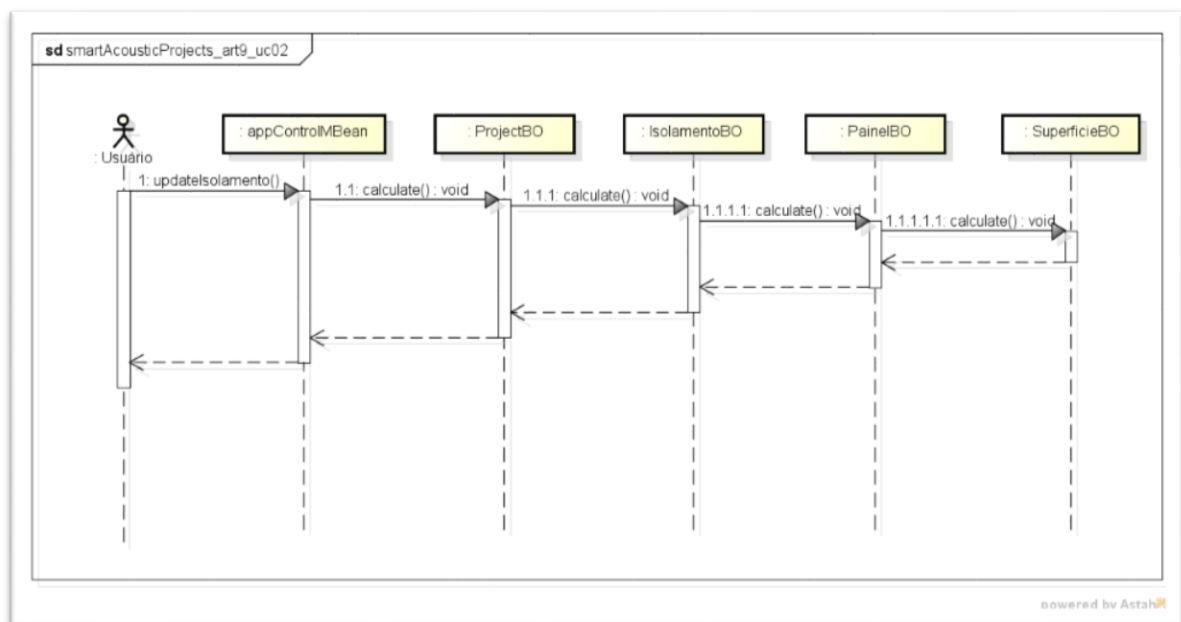
DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA

FIGURA 49 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC01



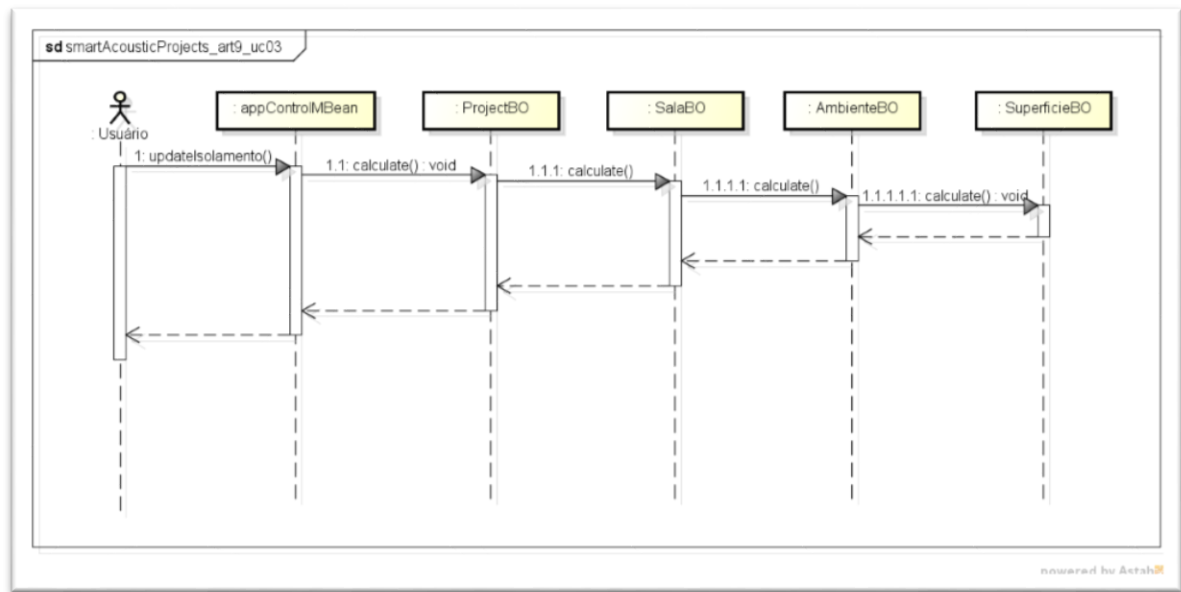
FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 50 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC02



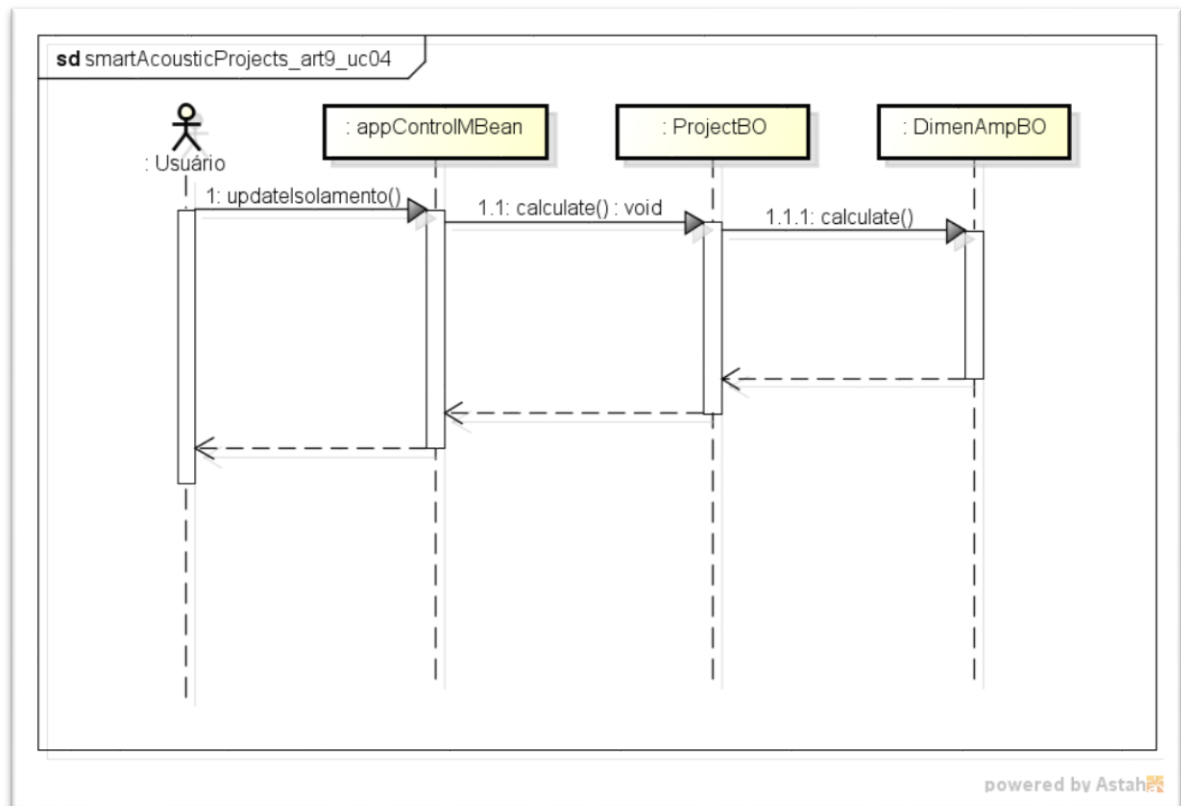
FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 51 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC03



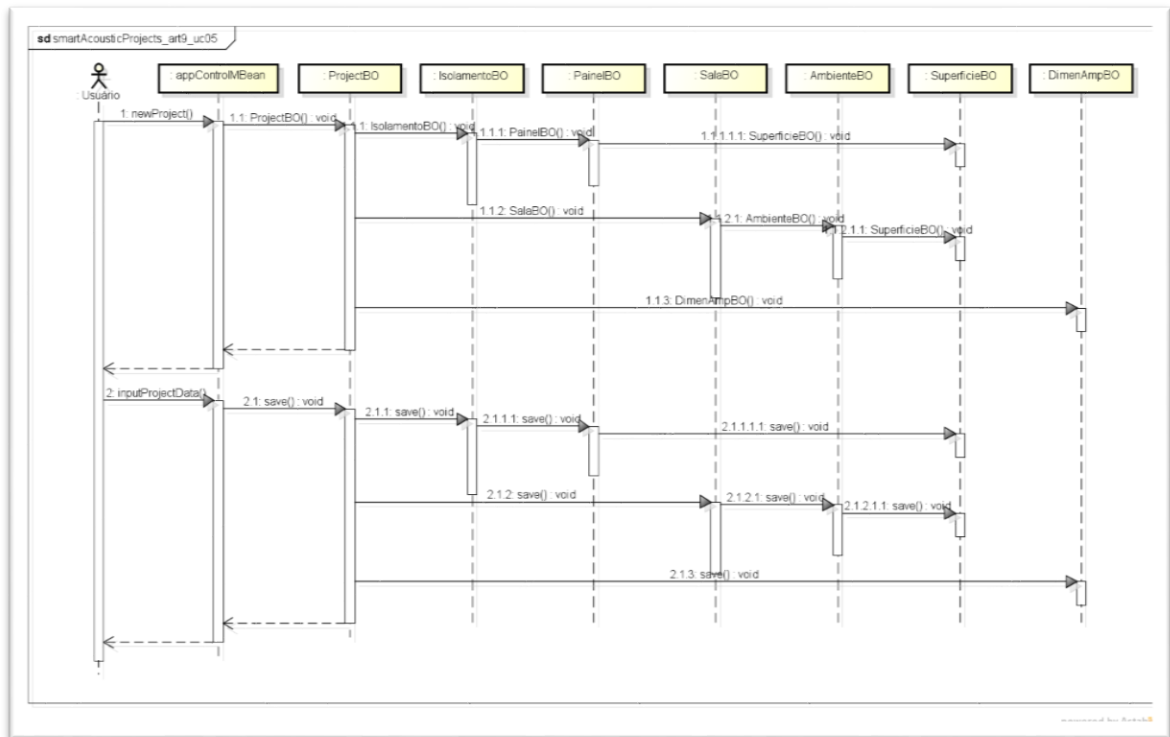
FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 52 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC04



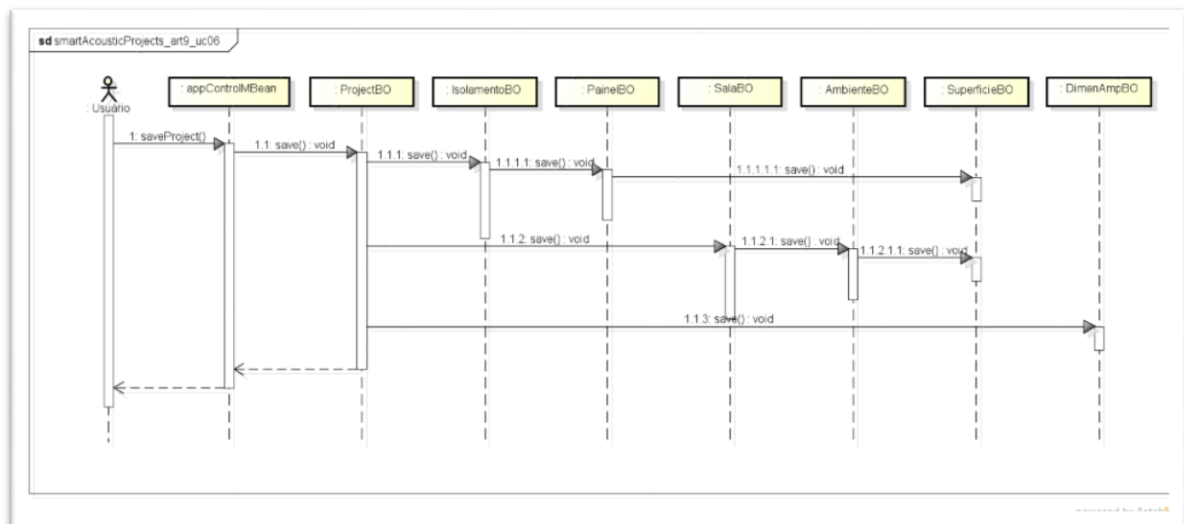
FONTE: AUTOR, 2016.

FIGURA 53 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC05



FONTE: AUTOR, 2016.

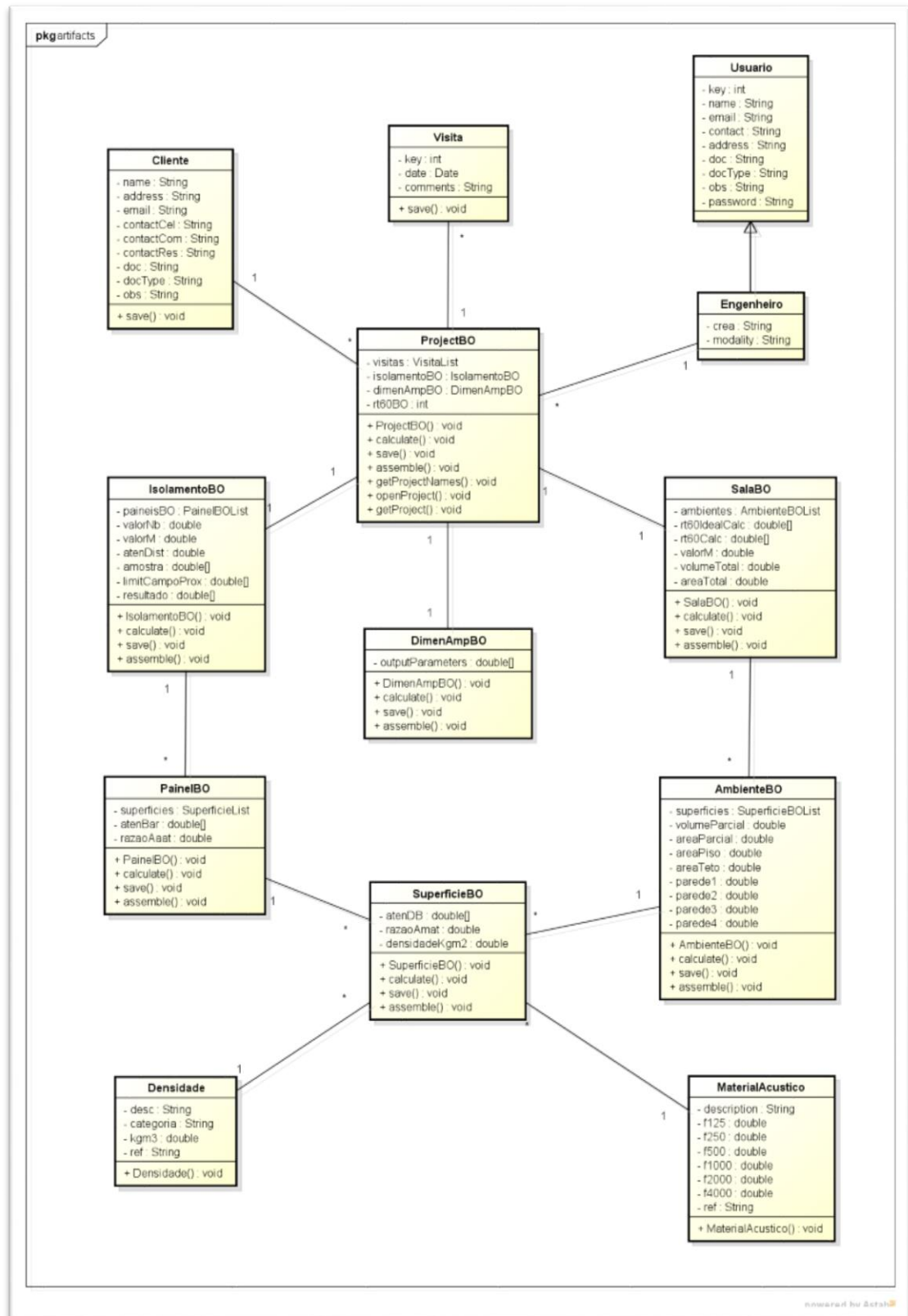
FIGURA 54 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA UC06



FONTE: AUTOR, 2016.

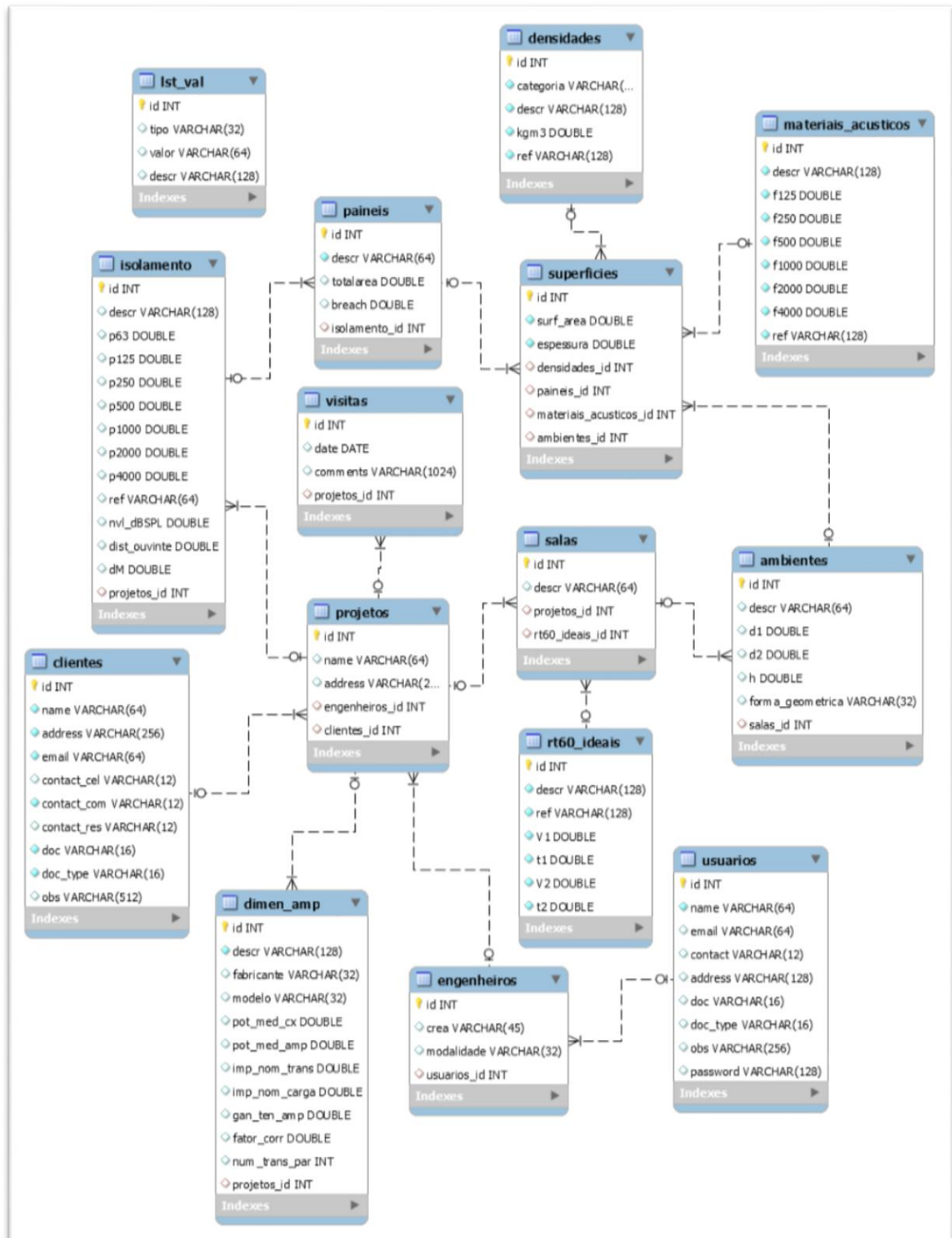
MODELO DE OBJETOS

FIGURA 55 - MODELO DE OBJETOS



MODELO FÍSICO DE DADOS

FIGURA 56 – MODELO FÍSICO DE DADOS



FONTE: AUTOR, 2016.

FASE DE ELABORAÇÃO – ITERAÇÃO II WORKFLOW DE TESTES

TESTES

Seguem os casos de testes com seus respectivos resultados.

UC01 – ABRIR PROJETO

QUADRO 01 – CASO DE TESTE ABRIR PROJETO

Caso de teste	UC01 – Abrir projeto
Pré condições	Usuário autenticado
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.

UC02 – CALCULAR ISOLAMENTO ACÚSTICO

QUADRO 02 – CASO DE TESTE CALCULAR ISOLAMENTO ACÚSTICO

Caso de teste	UC02 – Calcular isolamento acústico
Pré condições	Usuário autenticado; Projeto aberto; Isolamento acústico devidamente configurado.
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.

UC03 – CALCULAR RT60

QUADRO 03 – CASO DE TESTE CALCULAR RT60

Caso de teste	UC03 – Calcular RT60
Pré condições	Usuário autenticado; Projeto aberto; Seção de reverberação devidamente configurada.
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.

UC04 – DIMENSIONAR AMPLIFICADORES

QUADRO 04 – CASO DE TESTE DIMENSIONAR AMPLIFICADORES

Caso de teste	UC04 – Dimensionar amplificadores
Pré condições	Usuário autenticado; Projeto aberto; Seção de dimensionamento de amplificadores devidamente configurada.
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.

UC05 – CRIAR PROJETO

QUADRO 05 – CASO DE TESTE CRIAR PROJETO

Caso de teste	UC05 – Criar projeto
Pré condições	Usuário autenticado, Pelo menos 1 engenheiro cadastrado na base de dados.
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.

UC06 – SALVAR PROJETO

QUADRO 06 – CASO DE TESTE SALVAR PROJETO

Caso de teste	UC06 – Salvar projeto
Pré condições	Usuário autenticado; Projeto aberto.
Elaborador	Herlygenes Pinto
Executor	Herlygenes Pinto
Data de elaboração	29/11/2016
Data de execução	29/11/2016
Resultado	Normal

FONTE: AUTOR, 2016.